

**DISEÑO DE UNA APLICACIÓN SIG PARA AVALÚOS MASIVOS DE REDES DE
ALCANTARILLADO**

OSCAR FERNANDO PARADA TORO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARMANGA
2006.**

**DISEÑO DE UNA APLICACIÓN SIG PARA AVALÚOS MASIVOS DE REDES DE
ALCANTARILLADO**

OSCAR FERNANDO PARADA TORO

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Civil

**Director
JORGE GÓMEZ GÓMEZ
ING. M.SC.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARMANGA
2006**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	13
1. PRESENTACIÓN	14
1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO	14
1.1.1 Objetivo General	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
1.2 JUSTIFICACIÓN	14
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO DE GRADO	15
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1 AVALÚOS	16
2.1.1 Generalidades	16
2.1.2 Tipos de Avalúos	16
2.1.3 Avalúos Masivos	24
2.1.4 Formulas y Métodos Utilizados Para El Proyecto	25
2.1.5 Descripción de La Metodología Clásica para un Avalúo Masivo de Redes	39
2.2 REDES DE ALCANTARILLADO	40
2.2.1 Sanitario	43
2.2.2 Pluvial	44
2.2.3 Combinado	45
2.2.4 Elementos constructivos	46
2.3 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA	52
2.3.1 Definición	53
2.3.2 Componentes Y Funciones De Un SIG	53
2.3.3 Modelos Y Estructuras De Datos	56
2.3.4 Modelo Vectorial y Raster	63
2.3.5 Sistemas De Proyección	65
2.3.6 Tipos De Programas SIG	68
2.4 SOFTWARE	69
2.4.1 Visual Basic 6.0	69
2.4.2 MapWindows 4.0.9.241	70
2.4.3 Arcview Shape control ocx	71
2.4.4 Archivos Shape	71
2.4.5 ArcView ®GIS	72
2.4.6 Método de Desarrollo de Software	75
3. METODOLOGIA	81
3.1 VER LAS NECESIDADES DEL CLIENTE	81
3.2 ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA	82

3.2.1	requisitos no funcionales	83
3.3	ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS	84
3.3.1	Consideraciones generales	84
3.3.2	Requerimientos de funciones básicas del visor	84
3.3.3	Requerimientos de la función de calculo del avaluó	85
3.4	DESARROLLO DEL SOFTWARE	86
3.4.1	Modelo Conceptual	86
3.4.2	Modelo lógico	90
3.4.3	Elaboración y Codificación	96
4.	DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DESARROLLADO	98
4.1	GENERALIDADES	98
4.1.1	Instalación	98
4.1.2	Componentes	99
4.2	MÓDULO DE INTERFAZ GRAFICA	101
4.3	MÓDULO DE DATOS DE POZOS	111
4.4	MÓDULO DE DATOS DE TRAMOS	113
4.5	MÓDULO DE DATOS DE PRECIOS UNITARIOS	116
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
5.1	CONCLUSIONES	119
5.2	RECOMENDACIONES	119
	BIBLIOGRAFÍA	121

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación de los Avalúos	17
Tabla 2.	Profundidades claves del colector	43
Tabla 3.	Relación diámetro de los pozos – diámetro colector	48
Tabla 4.	Profundidad de los colectores	51
Tabla 5.	Temas del sistema	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de pozo	27
Figura 2. Deducción de la formula de volumen para $H_{max} > 5$	33
Figura 3. Deducción de la formula de volumen para cuando $H_{max} > 5$ y $H_{min} < 5$	34
Figura 4. Deducción de la formula de volumen para $H_{min} > 2.5$	35
Figura 5. Deducción de la formula de volumen para cuando $H_{max} > 2.5$ y $H_{min} < 2.5$	36
Figura 6. Corte transversal de un tramo	37
Figura 7. Bases de datos de características del suelo y precios unitarios	38
Figura 8. Componentes de un SIG	53
Figura 9. Conceptos del modelo entidad relación extendidos	57
Figura 10. Esquema ilustrativo de una proyección cilíndrica	66
Figura 11. Esquema ilustrativo de una proyección cónica.	67
Figura 12. Esquema ilustrativo de una proyección azimutal gnomónica.	68
Figura 13. Diagrama de desarrollo del proyecto en la fase de Planeacion	76
Figura 14. Diagrama de desarrollo del proyecto en la fase de diseño y construcción	77
Figura 15. Diagrama del diseño y construcción de la interfaz del usuario	78
Figura 16. Diagrama del diseño y construcción de la función Esencial	79

Figura 17. Diagrama del diseño y construcción del sistema Completo	80
Figura 18. Entidades y relaciones usadas en el sistema	86
Figura 19. Atributos de infraestructura usados por las entidades	87
Figura 20. Atributos de cantidades de obra y costos de las entidades	88
Figura 21. Atributos de características del suelo y precios unitarios	88
Figura 22. Diagrama del modelo conceptual del sistema	89
Figura 23. Descripción de la base de datos de atributos de infraestructura de la entidad pozos	90
Figura 24. Descripción de la base de datos de atributos de costos de la entidad de pozos	91
Figura 25. Descripción de la base de datos de atributos de infraestructura de la entidad tramos	92
Figura 26. Descripción de la base de datos de atributos de infraestructura de la entidad tramos	93
Figura 27. Descripción de la base de datos de atributos de costos de la entidad de tramos	94
Figura 28. Descripción de la base de datos de atributos de la entidad precios unitarios	95
Figura 29. Descripción de la base de datos de atributos de la entidad de suelos	95
Figura 30. Formularios y módulos usados en el proyecto	96
Figura 31. Componentes usados por la aplicación	98
Figura 32. Carpetas de temas de infraestructura y costos	99
Figura 33. Temas de pozos y tramos	100

Figura 34. Interfaz grafica del usuario	101
Figura 35. Modos del cursor	102
Figura 36. Funciones de temas y zoom	102
Figura 37. Funciones de etiquetas	103
Figura 38. Funciones de red	104
Figura 39. Carpeta para guardar los temas definitivos	105
Figura 40. Menú editar	105
Figura 41. Botones de creación de shapes	106
Figura 42. Carpetas de datos fuente	106
Figura 43. Carpeta de temas de infraestructura y costos	107
Figura 44. Botones de creación de shapes	107
Figura 45. Visor de temas abiertos	108
Figura 46. Menú de formularios	109
Figura 47. Formulario de caracterización de suelos	109
Figura 48. Botón calculo del valor de la red	110
Figura 49. Formulario de valor del alcantarillado	110
Figura 50. Insertando un pozo	111
Figura 51. Consultando pozos	112
Figura 52. Insertando tramos	113
Figura 53. Tramo insertado	114
Figura 54. Consultando tramos	115
Figura 55. Menú de formularios	116

Figura 56. Formulario de precios unitarios de pozos	117
Figura 57. Formulario de precios unitarios de tramos	118

RESUMEN

TITULO

DISEÑO DE UNA APLICACIÓN SIG PARA AVALÚOS MASIVOS DE REDES DE ALCANTARILLADO*

AUTOR

OSCAR FERNANDO PARADA TORO**

PALABRAS CLAVE

Sistemas de información geográfica SIG, avalúos masivos, alcantarillado, visual Basic 6.

DESCRIPCIÓN

Ante la necesidad de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de Bucaramanga CDMB para realizar el avalúo de las redes de alcantarillado éste proyecto utilizo la tecnología SIG para lograr este objetivo. En este proyecto se selecciono la información necesaria para identificar y evaluar la red, se diseñaron los diferentes modelos y el método de manejo de la información para modelar, identificar y evaluar la red y se creo la aplicación para el manejo de la información y calculo del avalúo.

Se determino el método de reposición como el mas adecuado para realizar avalúos masivos de una red de alcantarillado y de acuerdo a esto se programo a través de Visual Basic 6 y librerías licencia libre la aplicación para el calculo del avalúo y manejo de la información desde su ingreso hasta su modelamiento final. Para lograr el objetivo del proyecto la aplicación creada obtiene la información de infraestructura de la red de dos formas diferentes, modelándola a partir de bases de datos fuentes e insertando los elementos de la red directamente en el modelo.

Por medio de esta aplicación se hizo posible protocolizar y automatizar el proceso de avalúos de una red de alcantarillado facilitando su calificación, actualización y mejora continua.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Director: Ing. Gómez Gómez Jorge Hernando

ABSTRACT

TITLE

DESIGN OF A GIS APLICATION FOR MASIVE APPRAISEMENT OF SEWERS

AUTHOR

OSCAR FERNANDO PARADA TORO

KEY WORDS

Geographic information system GIS, massive appraisalment, sewers, Visual Basic 6.

DESCRIPTION

Knowing the necessity of the Corporación Autónoma Regional para la Defensa de Bucaramanga CDMB of realize the appraisalment of the sewers thjs Project used the GIS technology to achieve this objective. In this project the necessary information to identify and appraise the sewers was selected, the different models and methods of use of information were designed and the application for the use of information and calculate the appraisalment was created.

The method of reposition was determinated as the most adequate to realize massive appraisalment s of sewers and according to this it was programmed an application with visual basic 6 and open source libraries to deal with the information from its entering to its final modelling. In order to achieve the final objective of the project, the application created gets the information of the sewer infrastructure from two different ways. Modelling it from source data bases and inserting the elements of the network directly in the model.

With this application it was made possible the protocolization and automatization of the process of appraisalment of a sewer network, facilitating its qualification, actualization and continue enhansment.

* Degree Project

** Physical-mechanical Engineerings Faculty, Civil Engineering, Director: Ing. Gómez Gómez Jorge Hernando

INTRODUCCIÓN

Este proyecto nace como respuesta a la oportunidad de utilizar los recursos que otorga los Sistemas de Información Geográfica en un campo especializado como lo es el de Avalúos.

En la elaboración de un avalúo masivo se busca la estandarización de los datos, sean estos de los elementos a avaluar o de los precios individuales de estos, sin embargo la cantidad de datos que se manejan en un avalúo masivo exige la organización de un sistema especial para el manejo de la información.

La metodología convencional en esta clase de Avalúos hace casi inmanejable esta información e inconveniente a la hora de actualizar información para un nuevo avalúo.

Los sistemas de información geográfica han venido haciendo su incursión en el área de avalúos masivos en el caso de avalúos catastrales facilitando así esta labor. Entidades como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi pionero en campos como el catastro y la geografía utilizan los sistemas de información geográfica la geoinformática y los sistemas de percepción remota para el modelamiento de su información.

En este proyecto se buscó mejorar el manejo de la información requerida para el avalúo masivo de la red de alcantarillado de Bucaramanga y facilitar la consulta de la información que se requiere para este proceso.

1. PRESENTACIÓN

1.1 OJETIVOS DEL PROYECTO

1.1.1 Objetivo general

Aplicar los Sistemas de información Geográfica y sus tecnologías en el área de Avalúos de Redes de alcantarillado

1.1.2 Objetivos específicos

Investigar diferentes métodos para avalúos masivos y escoger el método mas viable para el evalúo de redes.

Complementar este método para hacerlo funcional con tecnología para Sistemas de Información Geográfica.

Establecer un protocolo para los procesos concernientes a avalúos masivos de redes de acuerdo con el método establecido y a su funcionalidad con base en un SIG.

Diseñar una aplicación para automatizar el proceso de avalúos de redes de alcantarillados desde su ingreso de datos hasta la modelación digital de la red.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existe reglamentación muy clara acerca de qué entidades o qué personas están calificadas y certificadas para hacer avalúos de diferentes tipos, sin embargo, el cómo se hacen o qué procedimientos se deben seguir no están claramente estandarizados y no existe una herramienta que aproveche al máximo la tecnología SIG para este propósito.

Los métodos usados para avalúos masivos por algunas de estas entidades son muy convencionales y para seguir siendo competitivas en el mercado sacrifican calidad por costo, lo que conlleva a una menor exactitud en el resultado final. La implementación de los sistemas de información geográfica se hace de forma muy artesanal utilizando sus componentes por aparte sin que exista una verdadera comunicación entre la información obtenida y su modelo geográfico.

En el área de avalúos existen dos variables importantes: El costo y el tiempo. En el caso de avalúos masivos calcular el costo exacto del bien o los bienes no es viable, pues el costo del avalúo en algunos casos excedería el valor del bien, además el tiempo requerido para hacer dicho avalúo sería demasiado extenso.

Por medio de los sistemas de información geográfica y los métodos de avalúos masivos se puede lograr una convergencia en la relación precisión-costo que satisfaga el cliente y el ente evaluador.

Esta aplicación busca sacar el máximo provecho de la tecnología e información disponible para lograr la mayor precisión en los avalúos a menor costo.

Actualmente la forma de hacer un avalúo masivo de redes de alcantarillado consta de dos grandes etapas, la obtención de información y el procesamiento de ésta.

Al existir una herramienta que suministre los parámetros de la captura de esta información y se encargue del procesamiento de ésta, estaríamos facilitando la primera etapa y casi eliminando la segunda.

Además estaríamos otorgando al cliente una herramienta para la consulta de todos los datos concernientes a este avalúo y la posibilidad de actualización de los datos usados en el avalúo y el ingreso de nueva información.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO

Se protocolizo y automatizo un proceso de avalúos facilitando su calificación, actualización y mejora continua.

Se dieron las pautas para identificar la información necesaria en los avalúos de redes promoviendo así la necesidad de la obtención de ésta en las diferentes entidades interesadas, haciéndose posible en futuros avalúos que la tarea de recopilación de información sea menos dispendiosa.

Se integro como proceso secuencial la construcción de la base de datos, el ingreso de datos de la red y de presupuesto, el modelamiento digital y el procesamiento de la información en una sola herramienta la cual usa bases de datos y herramientas de georeferenciación para este propósito.

Esta aplicación puede servir de apoyo a diferentes entes públicos y privados para conocer más a fondo el proceso de avalúos, en su parte jurídica y técnica.

2. MARCO TEORICO

2.1 AVALÚOS

2.1.1 Generalidades

Avaluar es el conjunto de procesos estadísticos, analíticos y de síntesis que permiten establecer el precio de un bien específico y determinado.

La anterior definición permite diferenciar esta labor de la forma en que tradicionalmente se ha entendido el avaluar, donde se cree tiene un fuerte contenido subjetivo. Sin descartar que pueda existir alguna porción de él en cualquier avalúo, por cuanto la percepción o valoración que tengan distintas personas del mismo objeto o bien han de influir.

2.1.1.1 Avalúo comercial

Es el más probable precio en que cualquier comprador y cualquier vendedor estarían dispuestos a transar un bien inmueble, expresado en unidades monetarias, y en donde tanto comprador como vendedor conocen los atributos y limitaciones físicas y jurídicas que posee el bien.

Los avalúos nacieron en Colombia con la Ley 135 del 61 y se han ido reglamentando conforme a las circunstancias o necesidades que para cada efecto era necesario regular. Con el paso del tiempo la ley ha venido extendiendo su reglamentación, corrigiendo y añadiendo nuevas pautas para avalúos.

2.1.2 Tipos de avalúos

Los Avalúos pueden clasificarse según distintas percepciones tales como: modo, tiempo, lugar, número, finalidad o destino, y normalmente la mezcla de 2 o más de las anteriores condiciones. A continuación se presenta una clasificación general de Avalúos.

NUMERO	Puntuales Y Masivos
UBICACIÓN	Urbanos, Suburbanos, Suelos De Expansión
CLASE DE BIEN	Terreno, Construcción, Maquinarias, Empresas, Servidumbres, Cultivos, Good Will
METODO	Mercado , Renta, Reposición, Y Residual
FINALIDAD	Compraventa, Impuestos, Seguros, Contabilidad, Judiciales, Créditos E Hipotecas, Servidumbres, Etc.
TIEMPO	Crisis, Crecimiento Económico, Normal
ESPECIALES	Monumentos Históricos, Good Will E Intangibles, Empresariales, Servidumbres, Etc.

Tabla 1. Clasificación de los Avalúos

El Decreto 1420 de 1998 establece los parámetros del desarrollo de los Avalúos, como y quienes pueden hacerlos basado en la norma, que exigencias deben cumplir y la Resolución 0762 de 1998 establece las metodologías que se deben aplicar y el método que se debe utilizar según el caso, para suplir los vacíos que dejó la ley 9 de 1989 y los requisitos establecidos en la ley 388 de 1997 de Desarrollo territorial.

2.1.2.1 Método del mercado

Este método es el más utilizado por los evaluadores, por ser el más sencillo de aplicar y frecuentemente del cual se dispone mayor información, sobre todo en las grandes ciudades, en donde existen innumerables transacciones de bienes inmuebles.

El método comparativo de mercado está basado en la investigación de valores de los inmuebles comparables en un sector determinado, estableciendo las cualidades y características determinantes del bien, analizando mercado inmobiliario, homogenizando los valores, y sometiendo las muestras al análisis estadístico para llegar a la estimación del valor del bien.

Las características y cualidades a establecer son: localización y ubicación, características físicas como tipo, áreas, estado de conservación, calidades.

El estudio de mercado se relaciona con la toma de muestras basada en transacciones reales, ofertas de mercado.

La homogenización consiste en ponderar los elementos determinantes del valor del inmueble a valorar con la muestra del mercado, como la antigüedad y la conservación, calidad de la edificación, tamaño, tipo, acabados y amoblamiento.

El análisis estadístico consiste en calcular la desviación estándar, el coeficiente de variación, y de asimetría, para establecer si la muestra de valores obtenida del mercado es consistente, mediante la utilización de formulas.

2.1.2.2 Método de renta

Es la técnica valuatoria que busca establecer el valor comercial de un bien, a partir de las rentas o ingresos que puedan obtener el mismo bien o inmuebles semejantes y comparables por sus características físicas, de uso y ubicación, trayendo a valor presente la suma de los probables ingresos o rentas generadas en la vida remanente del bien objeto de avalúo, con una tasa de capitalización o interés.

2.1.2.3 Método de reposición

Es el que busca establecer el valor comercial del bien objeto de avalúo a partir de estimar el costo total para construir a precios de hoy, un bien semejante al del objeto de avalúo, y restarle la depreciación acumulada. Al valor así obtenido se le deba adicionar la utilidad.

2.1.2.3.1 Formula costo de reposición

$$A = Vn(1-D)+T+U \quad ; \quad Vc = Vn(1-D)$$

A = avalúo

Vn = Valor nuevo

D = depreciación

T = Valor del terreno

U = Utilidad del constructor

Depreciación: Es la porción de la vida útil que en términos económicos se debe descontar al inmueble por el tiempo de uso, por cuanto lo que se debe avaluar es la vida remanente del bien.

Debe calcularse el costo de reposición a partir del costo de construcción total dado para el inmueble en estudio, el cual se obtiene por experiencia propia, de otros, o por tablas suministradas (construdata, camacol o las lonjas).

Se puede calcular el costo de reposición a partir del valor obtenido en la investigación de mercados del precio de venta del bien nuevo.

El valor del terreno se puede obtener por el método residual, plano de zonas homogéneas, isoprecios o la investigación de mercados de la zona teniendo en cuenta ubicación, topografía, tamaño, y los demás factores conocidos para avaluar el terreno.

2.1.2.3.2 Calculo de la depreciación

En Colombia la aplicación del concepto de depreciación no es tan sencilla, como en los países industrializados en donde tuvo su origen, por varios motivos entre ellos:

Los niveles de devaluación que tradicionalmente hemos tenido en nuestro país, hacen que a pesar de haber transcurrido unos años, el equipo valga más en el mercado nacional que cuando se compró.

La situación respecto a los inmuebles era muy similar por razones asociadas a los altos niveles de inflación y a la bonanza de las ventas que en todos los sectores se presentaron hasta mediados de la década de los noventa; la crisis que vive el país ha modificado esta situación.

Por esta situación particular la aplicación de modelos validos para otras sociedades deben ser usados con mucha medida y previo análisis del fenómeno que se quiere medir.

Existen tres tipos generales de depreciación:

Aquellos que tienen en cuenta el uso o desgaste por el paso del tiempo.

Aquellos que además del paso del tiempo tienen en cuenta el estado de conservación del bien objeto de valoración.

Los que tienen en cuenta la obsolescencia que puede ser tecnológica o funcional.

Dentro de ellos existen diferentes procedimientos como los que se describen a continuación.

2.1.2.3.1 Sistema lineal

Dentro de los más conocidos está el método lineal, el cual supone que el proceso de deterioro o pérdida de valor es igual en cualesquiera de los años, inclusive al final de la vida útil, la venta del equipo en el estado en que se encuentre en ese momento, asegura la recuperación de un cierto monto, denominado valor de salvamento y que tradicionalmente se estima en un 10% del valor nuevo, siempre y cuando su posterior utilización no implique la destrucción o deterioro del bien, puede decirse que se aplica a equipos transportables. Cuando se refiere a inmuebles, este valor de salvamento no existe e incluso en algunas oportunidades tiene un valor negativo, que sería igual al costo de la demolición en que se tenga que incurrir para tener el terreno limpio.

Normalmente la depreciación se expresa en términos porcentuales (%) y se formaliza mediante la ecuación:

$$D = [(E/Vt)] * 100$$

En donde

D = Porcentaje de depreciación.

E = Edad de la construcción.

Vt = Vida técnica o vida útil de la construcción.

El siguiente ejemplo numérico permite una mayor claridad.

Se requiere el avalúo de una construcción que tiene una vida útil de 100 años, pues su construcción fue realizada en estructura de concreto reforzada y el Valor de Construcción (Vc) nuevo a precios de hoy es de \$ 135.000.000,00, la obra fue construida hace 35 años.

$$D = [(35/100)] * 100 = 35,00\%$$

$$Vc = Vn (1 - D)$$

$$Vc = 135.000.000,00 (1 - 0,35)$$

$$Vc = 87'750.000,00$$

El valor de la construcción ya depreciada es de \$ 87'750.000,00

2.1.2.3.2 Sistema de la parábola

Este sistema parte del concepto que la depreciación no es igual todos los años, sino que es lenta al iniciar la vida y que la gradiente de deterioro se acentúa con el paso del tiempo. La expresión algebraica que representa esta se expresa así:

$$D = [(E/Vt)^2] * 100$$

En donde

D = Porcentaje de depreciación.

E = Edad de la construcción.

Vt = Vida técnica o vida útil de la construcción.

Para el mismo ejemplo, tenemos:

$$D = [(35/100)^2] * 100; = 12,25\%$$

$$Vc = Vn (1 - D)$$

$$Vc = 135.000.000,00 (1 - 0,1225)$$

$$Vc = 118'462.500,00$$

El valor de la construcción ya depreciada es de \$ 118'462.500,00

Se observa diferentes valores para el valor de Construcción (Vc) del mismo inmueble, según se aplique uno u otro sistema.

2.1.2.3.3 Sistema combinado para el cálculo de la depreciación

Consiste en aplicar la semisuma de los dos sistemas anteriores, reduciendo el margen de diferencia, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$D = \left[\frac{\left(\frac{E}{Vt} \right) + \left(\frac{E}{Vt} \right)^2}{2} \right] * 100$$

En donde

D = Porcentaje de depreciación.

E = Edad de la construcción.

Vt = Vida técnica o vida útil de la construcción.

Para el mismo ejemplo, tenemos:

$$D = [(35/100) + (35/100)^2] / 2 * 100; = 23,63\%$$

$$Vc = Vn (1 - D)$$

$$Vc = 135.000.000,00 (1 - 0,2363)$$

$$Vc = 103'099.500,00.$$

El valor de la construcción ya depreciada es de \$ 103'099.500,00.

2.1.2.3.4 Sistema de Ross

Este sistema plantea que la depreciación se realiza en 5 períodos, en forma acumulativa, según la siguiente manera:

$$D_1 = \left[\left(\frac{100}{Vt} \right) * 0.6 \right] * \left[\frac{Vt}{5} \right] = 12\% , \text{ hasta los 20 años de edad.}$$

$$D_2 = \left[\left(\frac{100}{Vt} \right) * 0.8 \right] * \left[\frac{Vt}{5} \right] = 16\% , \text{ desde los 20 hasta los 40 años de edad.}$$

$$D_3 = \left[\left(\frac{100}{Vt} \right) * 1.0 \right] * \left[\frac{Vt}{5} \right] = 20\% , \text{ desde los 40 hasta los 60 años de edad.}$$

$$D_4 = \left[\left(\frac{100}{Vt} \right) * 1.2 \right] * \left[\frac{Vt}{5} \right] = 24\% , \text{ desde los 60 hasta los 80 años de edad.}$$

$$D_5 = \left[\left(\frac{100}{Vt} \right) * 1.4 \right] * \left[\frac{Vt}{5} \right] = 28\% , \text{ desde los 80 hasta los 100 años de edad.}$$

Con los datos del ejemplo que se ha venido trabajando la depreciación será del 28%, valor correspondiente a la acumulación de los dos primeros segmentos 12% y 16%, para una vida útil de 100 años.

$$D = 28\%$$

$$Vc = Vn (1-D)$$

$$Vc = 135.000.000,00 (1-0.28)$$

$$Vc = 97'200.000,00$$

Como se podrá apreciar este sistema posee el problema de todos los modelos discontinuos, el cual hace igual la depreciación de un bien que tenga un año al que tenga 19.

Todos los anteriores sistemas corresponden al tipo de depreciación causada por el paso del tiempo y desgaste del bien.

2.1.2.3.5 Edad y estado de conservación

Son los sistemas de depreciación que además de tener en cuenta la edad de éste, incorpora el factor conservación del inmueble. De estos sistemas el más conocido

es el de Fitto y Corvini, que presenta una tabla con porcentajes de vida entre un 1 y el 100%.

A continuación se presentan las ecuaciones resultantes de un ajuste en donde cada una corresponde a los estados de conservación usados por el método.

(Resolución 762 de 1998 del Instituto geográfico Agustín Codazzi, capítulo V, fórmulas estadísticas).

$$Y_1 = 0.0052 * X^2 + 0.47 * X - 0.1603$$

$$Y_2 = 0.00521 * X^2 + 0.4581 * X - 2.3666$$

$$Y_3 = 0.0043 * X^2 + 0.385 * X - 17.968$$

$$Y_4 = 0.0025 * X^2 + 0.02216 * X - 52.556$$

$$Y_5 = 0.0013 * X^2 + 0.01166 * X - 75.159$$

Donde los subíndices del uno al cinco, corresponden a:

Y_1 : Inmueble bien conservado y no necesita reparaciones ni en su estructura ni en sus acabados.

Y_2 : Inmueble bien conservado que necesita reparaciones de poca importancia en sus acabados.

Y_3 : Inmueble que necesita reparaciones sencillas, por ejemplo en los pisos o pañetes

Y_4 : Inmueble que necesita reparaciones importantes especialmente en su estructura.

Y_5 : Inmueble que amenaza ruina por lo tanto su depreciación es del 100%

X: Porcentaje de edad = (años de vida / vida útil)

Por ser un sistema que tiene en cuenta además del tiempo de vida del bien el estado de conservación es más recomendable que los primeros casos.

2.1.2.3.6 Obsolescencia del sector

Para el caso de la obsolescencia se presenta un sistema en el cual se relacionan zonas donde se encuentran diferentes tipos de inmuebles, pero que según el predominio de uno de ellos, los otros tienen un demérito el cual se traduce a un porcentaje de castigo a su valor.

Este método no es frecuentemente usado para el avalúo de inmuebles. Donde se puede observar este fenómeno de obsolescencia es en los equipos de cómputo por el ritmo de desarrollo que se presenta en el ámbito de la tecnología.

2.1.2.4 Método residual o potencial

Es el que busca establecer el valor comercial del bien a partir de estimar el costo total del desarrollo de un proyecto de construcción.

Este método es normalmente usado para establecer el valor comercial de terrenos a urbanizar.

Para este método es primordial verificar la factibilidad técnica, jurídica y económica del desarrollo urbanístico en el terreno.

2.1.3 Avalúos masivos

Los avalúos masivos como su nombre indica requieren del manejo de gran cantidad de información y aunque pueden utilizar cualquier método valuatorio para sus cálculos se requiere de un manejo eficiente de la información y una estandarización de esta.

Mientras que el avalúo catastral de un inmueble que es requerido por cualquier particular podría costar 50.000 pesos el avalúo masivo catastral de los predios de un municipio no puede costar el producto de los mismos 50.000 por la cantidad de predios.

Tampoco un avalúo masivo puede usar la cantidad de variables usadas para un avalúo convencional individual. Estas variables deben reducirse a las necesarias para obtener un valor certero a la hora de hacer los cálculos del avalúo.

La razón para esta reducción de variables se debe básicamente a dos factores, el factor económico y el factor tiempo. Al usar un rango amplio en las variables requeridas el tiempo de recopilación de datos y el costo para esta labor podría hacer del avalúo algo no viable.

Algo muy importante para los avalúos masivos es la fuente de información, pues ésta es el origen del resultado, y debe ser revisada de la forma más conveniente, la cual puede ser por normas técnicas, algoritmos de chequeo, comparación con bienes de características similares y cercanos o si es necesario con visitas físicas.

2.1.4 Formulas y métodos utilizados para el proyecto

Cualquier método valuatorio puede ser usado en cuanto se tengan las herramientas para ser llevado a cabo, es decir que la información necesaria para la realización del avalúo se tenga o se pueda conseguir.

Para un avalúo masivo de redes esta condición descarta la mayoría de los métodos valuatorios pues una red de alcantarillado es un bien que presta un servicio a una comunidad y su comercialización no es posible mientras esta red se encuentre en servicio.

Por lo tanto la información proveniente de transacciones mercantiles no existe. Tampoco se puede usar el método de renta, pues aunque es un servicio que se paga y esta red genera ingresos, la relación RENTA / VALOR DEL BIEN no esta establecida para este tipo de estructuras.

El otro método que queda es el método de reposición, usado para avaluar inmuebles tales como: Estadios deportivos, colegios, universidades, hospitales, hidroeléctricas, construcciones especiales, clubes sociales y deportivos.

Este método es el más apropiado para el caso de una red de alcantarillado por ser esta una construcción especial y cumplir la condición de accesibilidad a la información requerida para el cálculo del avalúo por este método. A continuación se desglosara el método y su aplicación en este proyecto.

2.1.4.1 Estimar el valor de la construcción nueva

A partir de los costos totales se estima el valor de la construcción nueva, sabiendo que los costos totales hace referencia a todos los gastos que se generan al reemplazar el bien inmueble por uno nuevo de las mismas características, para ello deberá hacerse un análisis de los costos directos de obra aplicándole el A.I.U.

A continuación se presentarán las variables o ítems de construcción utilizados para este proyecto y los algoritmos para su obtención.

A continuación se presentan los atributos requeridos para el cálculo de las variables que hacen parte de los costos directos:

POZOS

Código
Nomenclatura
Tipo suelo
Cota rasante
Diámetro
Profundidad
Cota fondo
Coordenada X
Coordenada Y
Forma
Ancho
Largo
Tipo alcantarillado
Estado de conservación
Porcentaje vida

TRAMOS

Código
Nombre
Cota final
Cota inicial
Rasante inicial
Rasante final
Longitud
Material
Medida
Unidad
Pendiente
Código pozo inicial
Código pozo final
Forma
Ancho
Alto
Tipo alcantarillado
Suelo
Inicial
Estado de conservación
Porcentaje vida

Los atributos anteriores son los requeridos por el programa y pueden ser insertados de dos formas tomados directamente de una base de datos o insertados por el programa por medio de los formularios de pozos y tramos.

A continuación se presentarán las variables o ítems de construcción utilizados para este proyecto y los algoritmos para su obtención.

2.1.4.1.1 Pozos

Área
Volumen 0-2.5 mts (Excavación)
Volumen 2.5-5 mts (Excavación)
Volumen > 5 (Excavación)
Relleno común
Área perimetral del pozo circular
Volumen de concreto del pozo circular
Área perimetral del pozo rectangular
Volumen de concreto del pozo rectangular
Volumen de concreto de la base y la tapa del pozo
Acero

Área pavimento (vehicular)
Área concreto (Peatonal)

2.1.4.1.1 Algoritmos para pozos

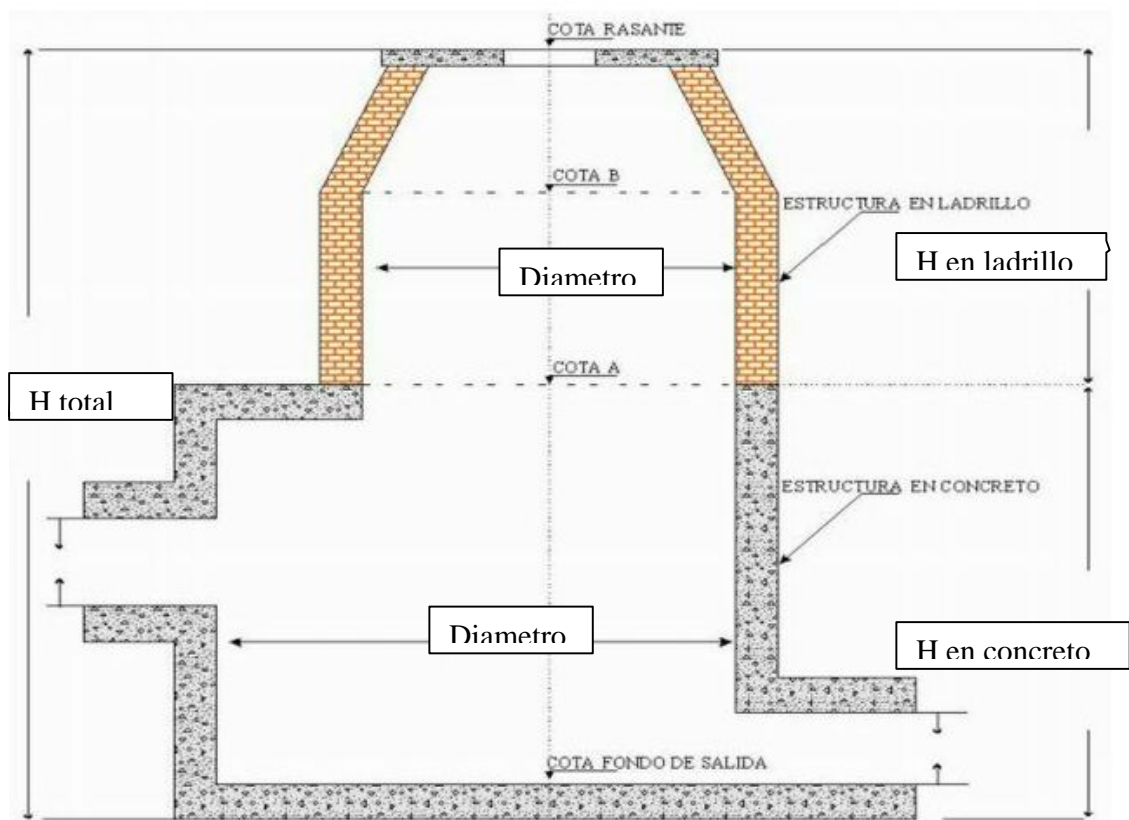


Figura 1. Diagrama de pozo

De la siguiente forma se calcula el área para el cálculo de volúmenes de excavación y rotura de pavimento flexible o rígido. Si el pozo es circular se utiliza la primera formula, si es rectangular la segunda

```
If diametro > 0 Then
    area = (0.7854) * (diametro + 0.52) ^ 2
Else
    area = (ancho + (0.26)) * (largo + (0.26))
End If
```

De la siguiente forma se calcula el volumen de excavación (Volumen 0-2.5 mts), si la profundidad es mayor que 2.5 mts se utiliza la primera formula de lo contrario la segunda.

```
If profundidad > 2.5 Then
    vol025 = area * 2.5
Else
    vol025 = area * profundidad
End If
```

De la siguiente forma se calcula el volumen de excavación (Volumen > 5 mts), si la profundidad es mayor que 5 mts se utiliza la primera formula de lo contrario el volumen es igual a cero.

```
If profundidad > 5 Then
    vol5 = area * (profundidad - 5)
Else
    vol5 = 0
End If
```

De la siguiente forma se calcula el volumen de excavación (Volumen 2.5-5 mts), si la profundidad es menor que 2.5 mts el volumen es igual a cero, si el (Volumen > 5 mts) es mayor que 0 se usa la segunda formula, si ninguna de las anteriores se cumple esto quiere decir que la profundidad se encuentra entre 2.5 y 5 mts y se utiliza la formula 3.

```
If profundidad < 2.5 Then
    vol255 = 0
Elseif vol5 > 0 Then
    vol255 = area * 2.5
Else
    vol255 = area * (profundidad - 2.5)
End If
```

De la siguiente forma se calcula el relleno común, este solo se hará en caso que el pozo tenga un diámetro mayor a 0.8, en el otro caso este volumen será cero.

```
If diametro > 0.8 Then
    relleno = 0.471 * ((diametro + 0.52) ^ 2 - 1.69)
Else
    relleno = 0
End If
```

El volumen de concreto se obtiene multiplicando el perímetro del pozo por el grosor de sus paredes y por su profundidad menos 2 mts, para hacer este cálculo es necesario que el pozo sea circular, es decir que su diámetro sea mayor que 0 y que su profundidad sea mayor que 6, de lo contrario éste volumen será cero.

```

If diametro > 0 Then
  If profundidad > 6 Then
    cirvol = 3.14 * (diametro + 0.4) * (profundidad - 2) * 0.26
  Else
    cirvol = 0
  End If
Else
  cirvol = 0
End If

```

El área de las paredes del pozo a construir en ladrillo en caso que este sea circular (diámetro mayor que cero) tiene dos formulas, la primera para cuando la profundidad del pozo sea mayor que 6, y la segunda para cuando sea igual o menor que 6 mts. En el caso que el diámetro sea cero esta área será cero.

```

If diametro > 0 Then
  If cirvol > 0 Then
    cirare = 3.14 * 2 * (diametro + 0.4) 'dudas
  Else
    cirare = 3.14 * (diametro + 0.4) * (profundidad - 0.5)
  End If
Else
  cirare = 0
End If

```

El volumen de concreto en caso que el pozo sea rectangular (cirare = 0) se obtiene multiplicando el perímetro del pozo por el grosor de sus paredes y por su profundidad menos 2 mts si el pozo es circular o su profundidad es menor o igual a 6 mts este volumen será cero.

```

If cirare = 0 Then
  If profundidad > 6 Then
    revol = 2 * (ancho + largo + 0.52) * 0.26 * (profundidad - 2)
  Else
    revol = 0
  End If
Else
  revol = 0
End If

```

El área de las paredes del pozo a construir en ladrillo en caso que este sea rectangular (diámetro = 0 o cirare = 0) tiene dos formulas, la primera para cuando la profundidad del pozo sea mayor que 6, y la segunda para cuando sea igual o menor que 6 mts

```
If cirare = 0 Then
  If recvol > 0 Then
    recare = 2 * (ancho + largo + 0.52) * 2 'dudas
  Else
    recare = 2 * (ancho + largo + 0.52) * (profundidad - 0.5)
  End If
Else
  recare = 0
End If
```

El volumen de concreto de la base mas la tapa del pozo depende de la forma del pozo, si este es circular este valor varia dependiendo de si su diámetro es mayor o no a 1.5 metros y se usan las dos primeras ecuaciones y luego se despeja (basetap). Si el pozo es rectangular se usa la última ecuación.

```
If diametro > 0 Then
  If diametro < 1.5 Then
    basetap1 = 0.27
  Else
    basetap1 = 0.6
  End If
  basetap = area * 0.3 + basetap1
Else
  basetap = area * 0.3 + 0.27
End If
```

La cantidad de acero se calcula de acuerdo a la última ecuación teniendo en cuenta la forma del pozo y su diámetro en caso que sea circular

```
If diametro >= 1.8 Then
  acero1 = 40.41
Else
  acero1 = 20.7
End If
acero = (profundidad / 0.4) * 3.36 + recvol * 80 + cirvol * 48 + acero1
```

Para calcular el área de pavimento o concreto a romper en la rasante se consulta que tipo de rasante tiene el pozo y se otorga el valor de área a la variable que corresponda

```

If tiposuelo = "VEHICULAR" Then
    areapav = area
    areacon = 0
Else
    areapav = 0
    areacon = area
End If

```

2.1.4.1.2 Tramos

Ancho del tramo
 Altura inicial Hi
 Altura final Hj
 Altura máxima H_MAX
 Altura mínima H_MIN
 Volumen 0-2.5 mts (Excavación)
 Volumen 2.5-5 mts (Excavación)
 Volumen > 5 (Excavación)
 Relleno tipo ASHTO
 Relleno tipo I
 Relleno común
 Área pavimento (vehicular)
 Área concreto (Peatonal)

2.1.4.1.2.1 Algoritmos para tramos

Para calcular el ancho del tramo primero pasamos a metros la medida del tramo y luego añadimos 0.45 a esta para resolver B el cual es el Ancho máximo de la zanja en el estrados de la tubería, en metros.

```

If unidad = "plg" Then
    b = medida * 2.54 / 100 + 0.45
Elseif unidad = "mm" Then
    b = medida / 1000 + 0.45
Else
    b = medida + 0.45
End If

```

Acá calculamos la altura inicial (Hi) y la altura final (Hj) del tramo en base a la diferencia de cotas batea y rasante.

$H_i = \text{razanteinicial} - \text{cotainicial} + 0.1$

'Hj

$H_j = \text{razantefinal} - \text{cotafinal} + 0.1$

Acá se escoge la variable mayor entre H_i y H_j para asignar el valor H_{maximo} y H_{minimo}

If $H_i > H_j$ Then

$H_{\text{max}} = H_i$

$H_{\text{min}} = H_j$

Else

$H_{\text{max}} = H_j$

$H_{\text{min}} = H_i$

End If

De esta forma se calcula el volumen de excavación para profundidades mayores a 5 mts, si H_{max} (H máxima) es menor o igual que 5 implica que H_{min} (H minima) también será menor que 5 y por lo tanto este volumen será igual a cero. Si H_{max} es mayor que 5 y H_{min} también es mayor que 5 se usa la segunda ecuación para calcular el volumen, si H_{max} es mayor que 5 pero H_{min} es menor o igual que 5 se usa la tercera ecuación.

If $H_{\text{max}} \leq 5$ Then

$\text{vol5} = 0$

Elseif $H_{\text{min}} > 5$ Then

$\text{vol5} = b * (H_{\text{max}} + H_{\text{min}} - 10) * (\text{longitud}) / 2$

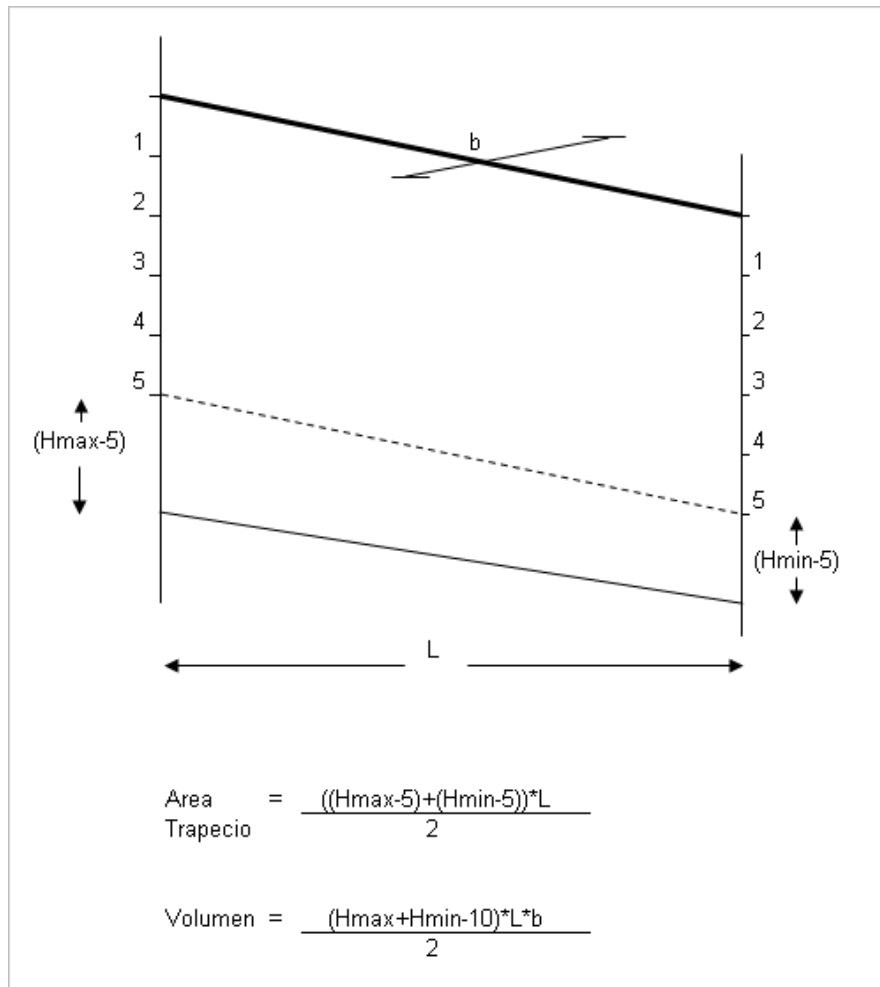


Figura 2. Deducción de la formula de volumen para $H_{\max} > 5$

Else

$$\text{vol5} = b * ((H_{\max} - 5) ^ 2) * (\text{longitud}) / (2 * (H_{\max} - H_{\min}))$$

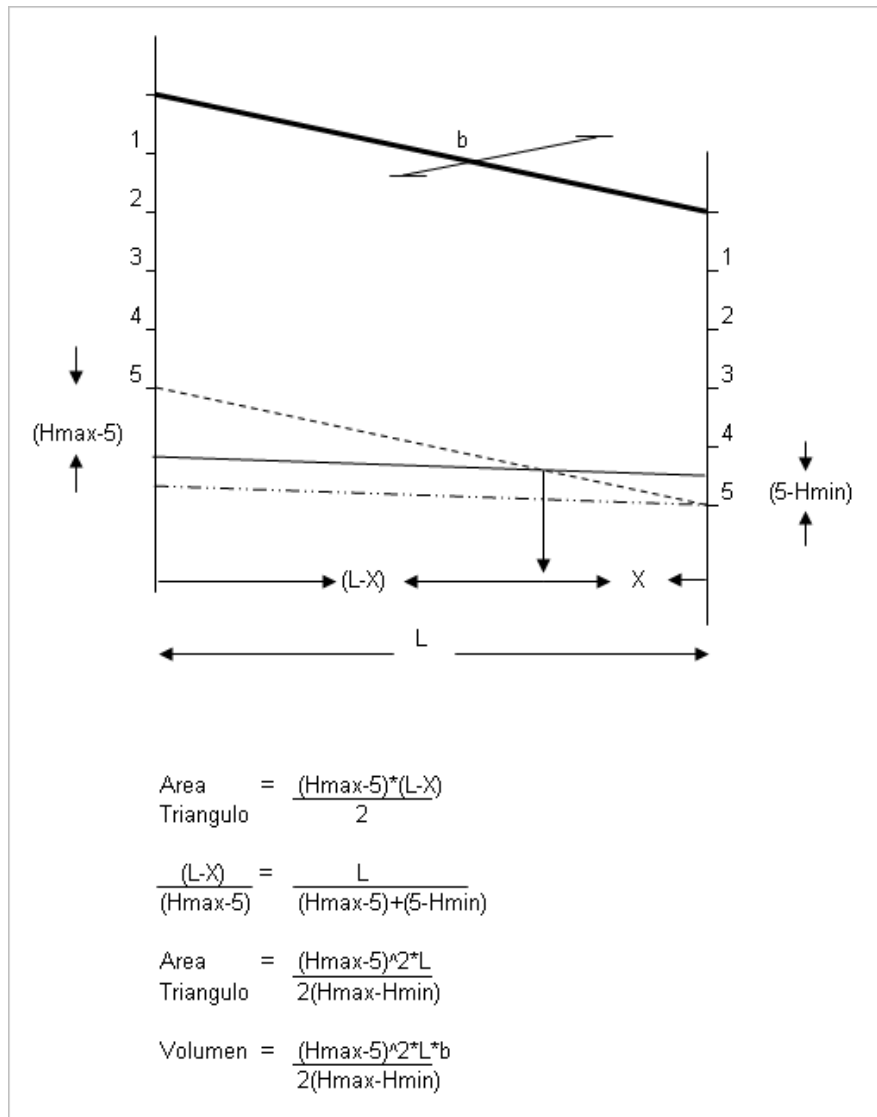


Figura 3. Deducción de la formula de volumen para cuando $H_{\max} > 5$ y $H_{\min} < 5$

End If

De esta forma se calcula el volumen de excavación para profundidades entre 2.5 y 5 metros. Si H_{\max} es menor que 2.5 H_{\min} también será menor que 2.5 y este volumen será igual a cero, si H_{\max} es mayor que 2.5 y H_{\min} también es mayor que 2.5 se usa la segunda ecuación, si H_{\max} es mayor que 2.5 pero H_{\min} es menor o igual que 2.5 se usa la tercera ecuación.

If Hmax <= 2.5 Then
 vol255 = 0
 Elself Hmin > 2.5 Then
 vol255 = b * (Hmax + Hmin - 5) * (longitud) / 2 - vol5

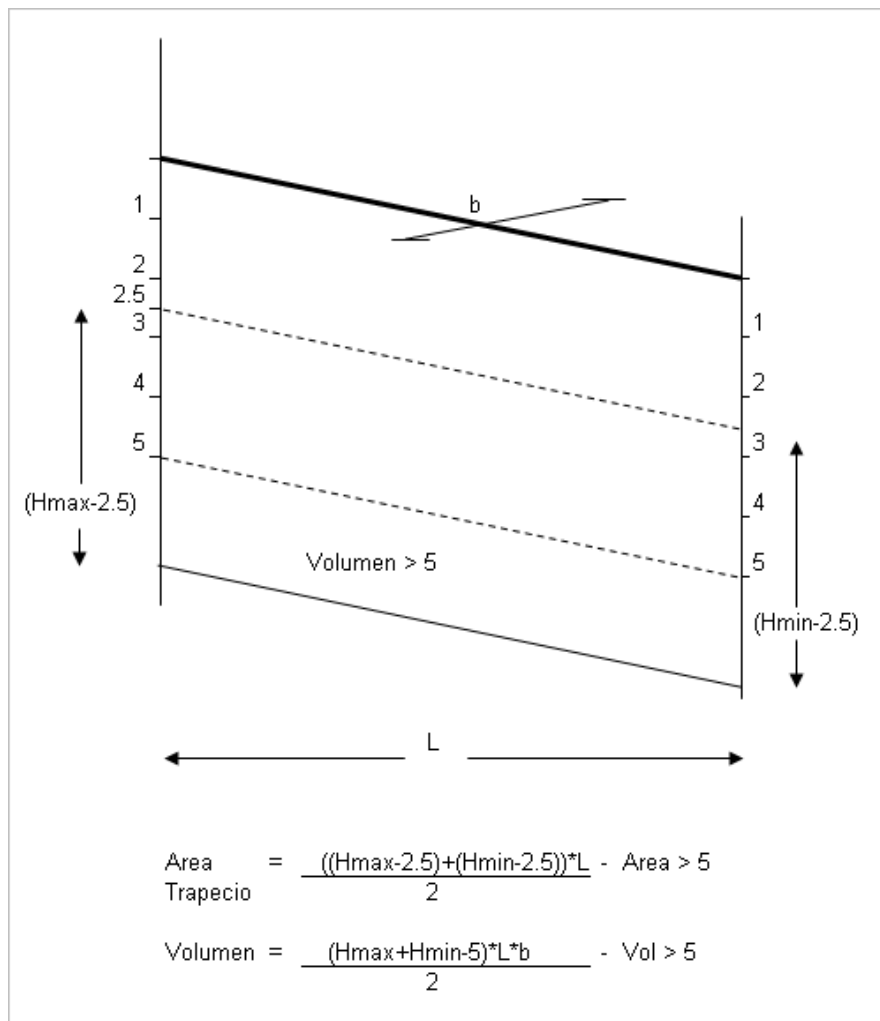


Figura 4. Deducción de la formula de volumen para Hmin > 2.5

Else
 vol255 = b * ((Hmax - 2.5) ^ 2) * (longitud) / (2 * (Hmax - Hmin)) - vol5

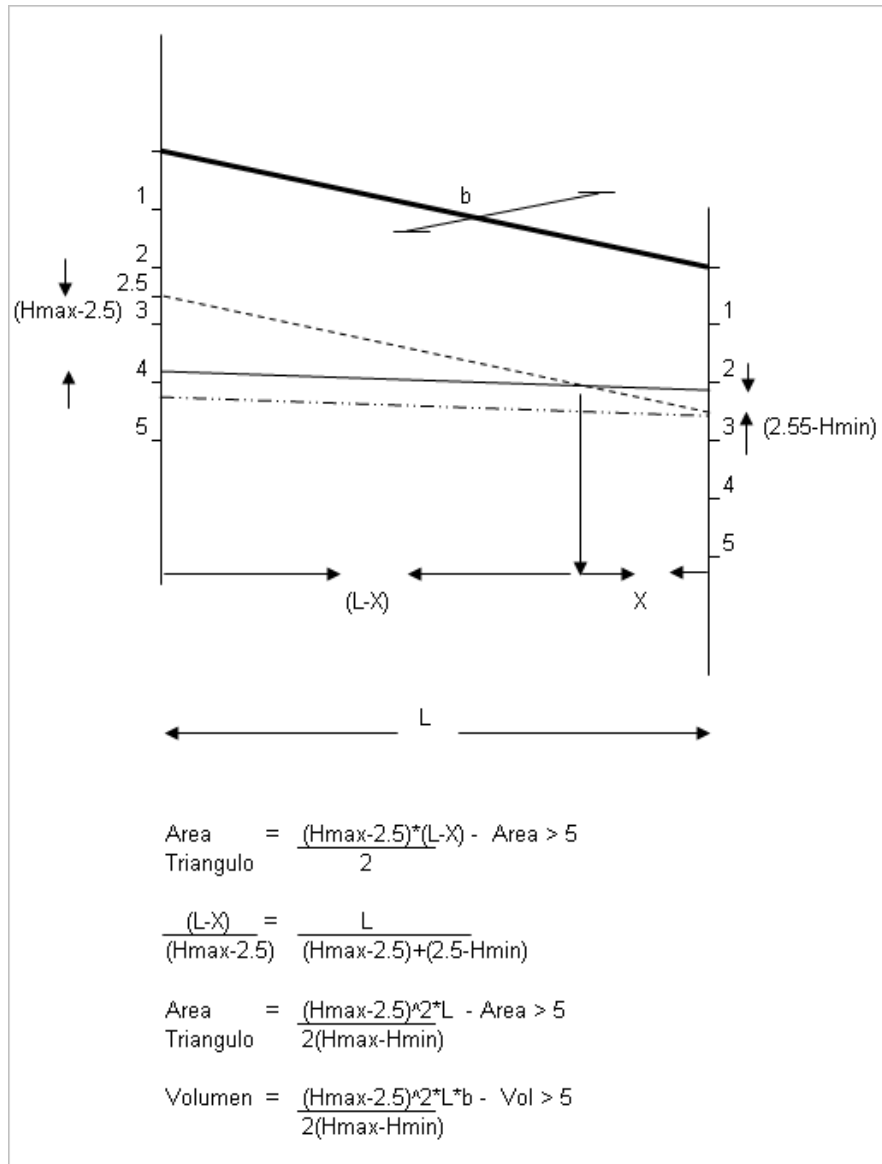


Figura 5. Deducción de la formula de volumen para cuando $H_{\max} > 2.5$ y $H_{\min} < 2.5$

End If

El volumen de excavación menor de 2.5 mts se calcula con la formula del trapecio y se le restan los demás volúmenes.

$$\text{vol025} = 0.5 * (H_j + H_i) * b * \text{longitud} - \text{vol255} - \text{vol5}$$

Al igual que con los pozos se consulta el tipo de la rasante para otorgarle el valor a las variables de área pavimento y área concreto.

```
If suelo = "VEHICULAR" Then
  areapav = b * longitud
  areacon = 0
Else
  areapav = 0
  areacon = b * longitud
End If
```

Consultando el tipo de rasante también conocemos el tipo de relleno. Si el tipo de rasante es vehicular contabilizamos el volumen del relleno ASHTO.

```
If areacon = 0 Then
  rellenoashto = 0.15 * b * longitud
Else
  rellenoashto = 0
End If
```

Aunque existen varios tipos de cimentación para las diferentes tuberías, en nuestro proyecto asumimos el tipo I por ser el mas común y usado.

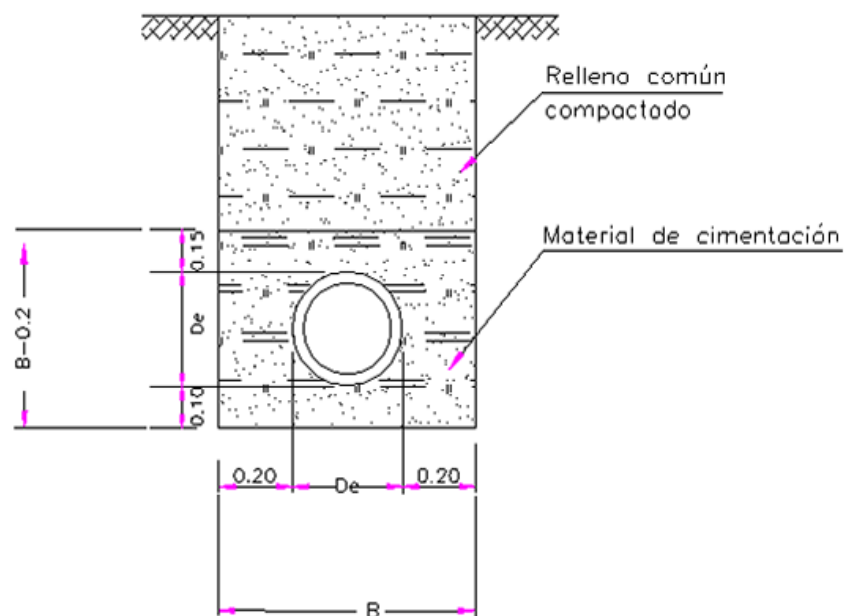


Figura 6. Corte transversal de un tramo

Para esta formula tenemos en cuenta que $B = (\text{Diámetro} + 0.45)$ y al producto de $B \cdot (B - 0.2)$ le restamos el área de la sección transversal ocupada por el tubo. Al final multiplicamos el área obtenida por la longitud efectiva del tramo y obtenemos el volumen.

$$\text{rellenotipo1} = (b * (b - 0.2) - 0.79 * ((b - 0.45) ^ 2)) * \text{longitud}$$

El relleno común es el resultado de la suma de todos los volúmenes de excavación menos el volumen de la tubería y los volúmenes de tipo ASHTO y de cimentación.

$$\text{rellenocomun1} = (\text{vol5} + \text{vol255} + \text{vol025}) - 0.79 * ((b - 0.45) ^ 2) * \text{longitud} - \text{rellenoashto} - \text{rellenotipo1}$$

Para evitar un volumen negativo utilizamos la siguiente secuencia de control:

```
If rellenocomun1 > 0 Then
    rellenocomun = rellenocomun1
Else
    rellenocomun = 0
End If
```

2.1.4.2 Algoritmos de cálculo de costos

Teniendo resuelto las cantidades de obra se procede a efectuar la multiplicación de estos por su respectivo valor unitario los cuales se encuentran en otra base de datos la cual puede ser actualizada en un formulario del programa en caso que estos precios varíen con el tiempo.

Para este cálculo también tenemos en cuenta las características del suelo las cuales se asumen homogéneas para todo el alcantarillado pero al igual que con los valores unitarios pueden ser modificados.



Figura 7. Bases de datos de características del suelo y precios unitarios

Luego de tener el costo total de las estructuras pozos y tramos, procedemos a su depreciación por medio del método de fitto y Corvini de acuerdo a los índices de estado de conservación y porcentaje de vida útil que posea cada estructura.

Una vez tenemos el valor de las estructuras depreciadas completamos la ecuación del método valuatorio con la utilidad del constructor pero eliminando el valor del terreno, pues no es parte de la red.

$$A = Vn (1-D)+U \ ; \ Vc = Vn(1-D)$$

A = avalúo

Vn = Valor nuevo

D = depreciación

U = Utilidad del constructor

2.1.5 Descripción de la metodología clásica para un avalúo masivo de redes

Al momento de un avalúo de redes, los métodos y formulas mencionadas en el numeral anterior son puestos en practica de la siguiente forma.

Antes que nada se necesita la información concerniente a los datos de la red (características y propiedades a ser evaluadas y cuantificadas) y los concernientes al valor de cada uno de estos.

Estos datos son recopilados en una hoja de cálculo sin referenciación geográfica alguna dificultando su revisión y posterior corrección. Por lo general el protocolo de recopilación de información se hace en el transcurso del avalúo lo cual aumenta la dificultad al momento de unificar criterios en la obtención de los datos y esto luego se traduce en más tiempo para cuantificar y valorar estos.

Los datos son tomados de diferentes fuentes, como informes de proyectos, planos generales de proyectos y planos record de la red, estas fuentes deben ser de acceso absoluto para el ente evaluador para facilitar la comparación de datos existentes en las diferentes fuentes para su posterior recopilación de forma única e irreplicable.

Al no existir un modelo digital georeferenciado de los datos de la red recopilados se debe acudir a la división de la red en áreas más pequeñas como barrios o sectores para facilitar el control de calidad y verificación de la información, lo cual lleva a la creación de varios archivos u hojas de cálculo para una misma red.

Para los casos en donde la entidad encargada de la red tiene la información de esta en una base de datos o en un SIG esta información es copiada a una hoja de cálculo en donde recibe el mismo tratamiento anterior lo cual de nuevo lleva a perder la georeferenciación de estos datos.

Esta metodología a pesar de obtener resultados satisfactorios en el objetivo final el cual es el hallar el valor de la red no genera ningún aporte futuro para el ente encargado.

2.2 REDES DE ALCANTARILLADO

Existen sistemas convencionales y no convencionales de recolección de aguas residuales o lluvias; el alcance de este proyecto incluye el primero de estos dos, en este sistema se encuentran el alcantarillado combinado y el alcantarillado separado. En el primero, tanto las aguas residuales como las pluviales son recolectadas y transportadas por el mismo sistema, mientras que en el tipo separado esto se hace mediante sistemas independientes; es decir, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.

En este numeral se hablara de la normatividad vigente para el diseño y construcción de redes de alcantarillado, las cuales sigue y exige la CDMB para cualquier proyecto de alcantarillado en Bucaramanga y su Área Metropolitana; estas normas están referenciadas al Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS expedido por el EL MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO en el año 2000 y a las Normas Técnicas para diseño de Alcantarillado desarrolladas por la CDMB.

Es relevante aclarar que estas normas son importantes a la hora del control de calidad de los datos recopilados, aunque en el desarrollo de este proyecto las condiciones hidráulicas de la red no serán evaluadas por cuanto no es necesario para el cálculo del valor de la red. También por esta misma razón las normas relacionadas al tema hidráulico de la red no serán aquí mencionadas con mayor detalle.

También debemos tener en cuenta que gran parte de la red fue diseñada y construida anterior a la expedición de las normas de la CDMB, por lo cual estas no se cumplirán en su totalidad en todo el alcantarillado.

Nomenclatura

La red de colectores y demás estructuras asociadas deben tener una nomenclatura clara que permita una interpretación adecuada de las memorias y planos de diseño, apoyada en convenciones estándar para la elaboración de estos últimos y la identificación, caracterización y ubicación topográfica de los colectores, estructuras de conexión y demás elementos del sistema. (D.2.3.5.1)[RAS]

Para este proyecto se utilizó la nomenclatura propuesta por la CDMB la cual sugiere lo siguiente:

Cuando existe un solo pozo de inspección localizado en la boca - calle, éste se identificará así: **P(calle - carrera)t**

Cuando existan varias estructuras en una boca - calle, los pozos de inspección se identificarán así: **P(calle - carrera)tD**

Donde "t" define el tipo de alcantarillado y "D" es el dígito de identificación del pozo de inspección, el cual se determinará numerando los pozos de inspección en forma continua en el sentido de las agujas del reloj, y asignando el dígito "1" al pozo más cercano a la esquina localizada al nororiente de la intersección de los ejes de la calle y la carrera.

Los pozos de inspección localizados entre dos boca - calles se identificarán así:

- a. Pozos de inspección intermedios sobre una calle: **P(calle-Kcarrera1-carrera2)tl**
- b. Pozos de inspección intermedios sobre una carrera: **P(calle1-calle2-carrera)tl**

Donde l corresponde al Literal de identificación de los pozos intermedios entre dos boca - calles; se indicará en orden alfabético en el sentido del flujo, utilizando letras minúsculas e iniciando con la letra "a".(Normas Técnicas para diseño de Alcantarillado, CDMB)

Estas son las normas básicas para la nomenclatura de pozos usados por la CDMB y la cual tomamos para nuestro proyecto.

Distancias mínimas a otras redes

Las distancias mínimas libres entre los colectores que conforman la red del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales y las tuberías de otras redes de servicios públicos deben ser 1,0 m en la dirección horizontal medidos entre las superficies externas de los dos conductos y 0,3 m en la dirección vertical. Aunque la CDMB exige 05 m de distancia en la dirección vertical entre sistemas pluviales y sanitarios.

En todos los casos, la distancia vertical se mide entre la cota de clave de la tubería de la red de alcantarillado y la cota de batea de la tubería de otros servicios.

Los cruces de redes deben analizarse de manera individual para establecer la necesidad de diseños especiales, en particular en aquellos casos donde la

distancia mínima vertical sea menor a la establecida anteriormente. (ARTICULO 125) [RAS]¹

Materiales del sistema

El diseño de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales debe propender por la utilización de los materiales más apropiados teniendo en cuenta las características de las aguas residuales, las cargas externas actuantes (incluida la amenaza sísmica), las condiciones del suelo, las condiciones de nivel freático, las condiciones de abrasión, corrosión, generación de sulfuros, etc., buscando siempre la mayor estanqueidad posible. Esto debe ser tenido en cuenta para los colectores, sus uniones, las estructuras de conexión y todos los demás componentes que conformen el sistema, involucrando consideraciones de costo-eficiencia. En general las tuberías son prefabricadas mediante procesos industriales perfectamente establecidos. Éstas pueden ser de los siguientes materiales: arcilla vitrificada (gres), concreto simple, concreto reforzado, asbesto cemento, hierro fundido, hierro dúctil, PVC, polietileno, polietileno de alta densidad, plástico reforzado con fibra de vidrio, resina termoestable reforzada (fibra de vidrio), mortero plástico reforzado y acero. En ningún caso se permiten tuberías de arcilla cocida. Las tuberías y demás elementos fabricados con nuevos materiales deben cumplir con las normas de calidad correspondientes y se demuestre ante la DSPD y la Junta Técnica Asesora del reglamento su funcionalidad y aplicabilidad. Algunos colectores y otros componentes del sistema pueden, y en muchos casos deben, ser construidos en el sitio. Tal es el caso de colectores de ladrillo vitificado, pozos, box culverts, aliviaderos, etc.

En general los colectores deben ser circulares; sin embargo otras secciones cerradas pueden ser aceptadas, para las cuales es necesario extender los mismos criterios hidráulicos de las secciones circulares. Dentro de éstas secciones cerradas están las semicirculares, en herradura, rectangulares y trapezoidales. No se permiten secciones abiertas para sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales o combinadas aun cuando éstos últimos pueden descargar a través de un aliviadero el exceso de aguas a un canal abierto durante los periodos de lluvia, ésta será combinada pero con alto grado de dilución. Todos los materiales y elementos permitidos para ser utilizados en un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales deben cumplir las especificaciones técnicas correspondientes de ICONTEC o en su defecto las que se señalen en este reglamento o sus actualizaciones posteriores. (D.2.3.10)[RAS]²

^{1 2} Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Ministerio de Desarrollo Económico (Colombia 2000)

2.2.1 Alcantarillado sanitario

El presente numeral incluye algunos elementos de los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales que conforman los alcantarillados sanitarios y que son pertinentes para este proyecto.

Diámetro interno real mínimo de los alcantarillados sanitarios

En las redes de recolección y evacuación de aguas residuales, la sección circular es la más usual para los colectores, principalmente en los tramos iniciales. El diámetro interno real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario Convencional es 200 mm (8 plg).

PARÁGRAFO: El diámetro interno real mínimo permitido en las redes de sistemas de recolección para alcantarillados tipo Condominial o de Flujo Decantado o Convencionales para niveles de complejidad del sistema Bajo, éste puede reducirse a 150 mm (6 plg), requiriéndose una justificación detallada por parte del diseñador. (ARTICULO 126)[RAS]³

Profundidad mínima de instalación en alcantarillados sanitarios

Los valores mínimos permisibles de cubrimiento de los colectores, con relación a la rasante definitiva, se definen en la siguiente tabla (ARTICULO 132) [RAS]⁴

Servidumbre	Profundidad clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0.75
Vías vehiculares	1.2

Tabla 2. Profundidades claves del colector

Nótese que las normas RAS son más exigentes que las normas técnicas de alcantarillado de la CDMB para la profundidad mínima.

^{3 4} Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Ministerio de Desarrollo Económico (Colombia 2000)

Profundidad máxima de instalación en alcantarillados sanitarios

En general la máxima profundidad de instalación de los colectores, con relación a la rasante definitiva, es del orden de 5 m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos técnicos de las cimentaciones y de los materiales para colectores durante y después de su construcción. Los cruces subterráneos de lagos, ríos y corrientes superficiales deberán acompañarse de un diseño apropiado e idóneo que justifique las dimensiones, los atraques y las profundidades empleadas y deberán proveerse de medios para impedir su destrucción por efectos de la socavación de la corriente atravesada (ARTICULO 133) [RAS]⁵

2.2.2 Alcantarillado pluvial

Es necesario proyectar estos sistemas cuando las condiciones propias de drenaje de la localidad requieran una solución a la evacuación de la escorrentía pluvial. Es decir, no necesariamente toda población requiere un alcantarillado pluvial, pues eventualmente la evacuación de la escorrentía pluvial podría lograrse satisfactoriamente a través de las cunetas de las calles, por ejemplo. Donde sea necesario, estos sistemas pueden abarcar la totalidad de la población o solamente los sectores con problemas de inundaciones. Su adopción requiere una justificación sustentada de tipo técnico, económico, financiero y ambiental. (D.1.6.2.3) [RAS]⁶

Profundidad mínima de instalación en alcantarillados pluviales

La profundidad mínima de instalación de los colectores de aguas lluvias, con relación a la rasante definitiva, deben seguir los mismos criterios del Artículo 129. Las conexiones domiciliarias y los colectores de aguas lluvias deben localizarse por debajo de las tuberías de acueducto. Los colectores de aguas lluvias deben localizarse a una profundidad que no interfiera con las conexiones domiciliarias de aguas residuales al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. En general deben considerarse las interferencias con otras redes.(ARTICULO 138)[RAS]⁷

^{5 6 7} Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Ministerio de Desarrollo Económico (Colombia 2000)

Profundidad máxima de instalación

La máxima profundidad de los colectores de aguas lluvias debe seguir los mismos parámetros del Artículo 133. (ARTICULO 139) [RAS]⁸

Parámetros de diseño para canales de aguas lluvias

Para canales revestidos, la velocidad máxima del agua no debe ser mayor que 8 m/s, y si la pendiente es elevada, deben diseñarse escalones en los canales, de tal forma que la energía disminuya a un valor razonable y si es necesario se dotarán de tanque amortiguador en la llegada, diseñado con el criterio de disipación de energía. Los canales revestidos deben diseñarse de tal manera que sus colectores tributarios descarguen por encima de las aguas máximas del canal y para que los aliviaderos trabajen libremente. Deben efectuarse las previsiones apropiadas de borde libre. Si eventualmente el canal funcionase como conducto cerrado, la profundidad hidráulica no debe exceder el 90 % de la altura del conducto. En curvas horizontales deben proveerse las consideraciones apropiadas de los peraltes necesarios, con las justificaciones del caso. La velocidad máxima en el canal deberá cumplir con lo especificado en el diseño de alcantarillado pluvial. La concepción, el trazado y el dimensionamiento hidráulico del canal deben estar plenamente justificados. Deben hacerse las consideraciones correspondientes al efecto o impacto ambiental del canal. En el diseño de los canales deben tenerse en cuenta los caudales vertidos por otros canales y colectores de aguas lluvias existentes o proyectados dentro del sistema básico de drenaje. Cuando los canales entreguen el agua a cuerpos de agua naturales, deberá tenerse en cuenta la cota con la que debe llegar el canal para hacer el empalme hidráulico. (ARTICULO 145)[RAS]⁹

2.2.3 Alcantarillado combinado

Este sistema puede ser adoptado en aquellas localidades donde existan situaciones de hecho que limiten el uso de otro tipo de sistemas y en áreas urbanas densamente pobladas, donde los volúmenes anuales drenados de aguas residuales son mayores que los de aguas lluvias o cuando resulte ser la mejor alternativa técnica, económica y ambiental, incluyendo consideraciones de tratamiento y disposición final de las aguas combinadas, para lo cual es recomendable hacer estudios de modelación de la calidad del agua del cuerpo receptor en donde se demuestre que los impactos generados por las descargas del alcantarillado combinado, permiten cumplir con los usos asignados a dicho

^{8 9} Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Ministerio de Desarrollo Económico (Colombia 2000)

cuerpo. Su adopción requiere una justificación técnica, económica, financiera y ambiental. (D.1.6.2.4) [RAS]¹⁰

Parámetros de diseño de alcantarillados combinados

El diseño debe tener en cuenta los requerimientos para los sistemas de aguas residuales y pluviales, cuya agregación lo conforman. Los valores máximos y mínimos que gobiernan el diseño de sistemas combinados corresponden a los de redes pluviales. (ARTICULO 140) [RAS]¹¹

2.2.4 Elementos constructivos

En el avalúo de una red de alcantarillado existen ítems o elementos específicos que comparten características constructivas y se diferencian unos de otros por propiedades del elemento como material o tamaño. De esta forma se pueden agrupar para facilitar el cálculo de sus cantidades de obra para hacerse de forma masiva.

Estos ítems o elementos pueden clasificarse en:

Puntuales: pozos, estructuras de entrega cortas, cajas de inspección, pozos de separación, cajas de inspección, sumideros etc.

Lineales: tramos de tubería, canales, canaletas, box culverts, estructuras de entrega largas etc.

En la herramienta a desarrollar se tendrán en cuenta los elementos más representativos, los pozos, y tramos, siendo estos dos junto con los sumideros los que representan el mayor costo en el valor de la red de un alcantarillado.

A continuación se detallaran estos dos elementos según la norma aplicada por la CDMB.

2.2.4.1 Pozos

La unión o conexión de dos o más tramos de colectores debe hacerse con estructuras hidráulicas, denominadas estructuras de conexión. Usualmente, estas estructuras son pozos de unión o conexión o estructuras-pozo. Estas estructuras

^{10 11} Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Ministerio de Desarrollo Económico (Colombia 2000)

están comunicadas con la superficie mediante pozos de inspección, los cuales permiten el acceso para la revisión y mantenimiento de la red. El término pozo de inspección usualmente hace referencia al conjunto estructura de conexión-pozo de inspección.

Por lo general, la forma de la estructura-pozo es cilíndrica en su parte inferior y de cono truncado en su parte superior. Sus dimensiones deben ser suficientemente amplias para que el personal de operación y mantenimiento pueda ingresar y maniobrar en su interior. Para esto debe ser provista una escalera de acceso con pasos de hierro y los elementos mínimos de seguridad industrial para los operarios. La cañuela o piso de la estructura es una plataforma en la cual se hacen canales que prolongan los conductos y encauzan sus flujos, cuando esto se requiera. La parte superior remata en una protección de su desembocadura a la superficie donde se coloca la correspondiente tapa. Deben hacerse consideraciones sobre la ventilación de los pozos. (D.6.3) [RAS]¹²

Consideraciones para su proyección

En general, deben disponerse estructuras de conexión de colectores en los siguientes casos:

1. Arranques de colectores.
2. Cambios de dirección de colectores.
3. Cambios de diámetro de colectores.
4. Cambios de pendiente de colectores.
5. Cambios de sección de colectores.
6. Intersección de colectores.
7. Entre tramos rectos de colectores de determinada longitud.
8. Curvas de colectores.

(D.6.3.1)[RAS]

Parámetros de diseño de pozos

Diámetro de Estructura: En los pozos comunes el diámetro interior es generalmente de 1,20 m. Para casos especiales, el diámetro debe estar entre 1,5 y 2 m, dependiendo de las dimensiones de los colectores afluentes. Para pozos comunes construidos para colectores con diámetros menores que 0,6 m, su diámetro interior debe ser de 1,2 m para permitir el manejo de varillas y demás elementos de limpieza. Para pozos especiales construidos para colectores hasta de 1,1 m de diámetro, su diámetro interior es 1,5 m. De igual manera, para colectores de 1,20 m o más de diámetro, el diámetro interior del pozo debe ser 2

¹² Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Ministerio de Desarrollo Económico (Colombia 2000)

m, con el fin de permitir el empleo de equipos de limpieza. . (ARTICULO 141) [RAS]¹³

La siguiente es una tabla que presenta las normas técnicas de alcantarillado de la CDMB para el cálculo del diámetro de los pozos:

Diámetro de salida (D_s)	Diámetro de estructura - pozo (D_p)
$D_s \leq 27"$	1.20 m
$27" < D_s \leq 36"$	1.80 m
$36" < D_s \leq 1.10$ m	2.20 m
$D_s > 1.10$ m	2.20 m, o En función del D_s

Tabla 3. Relación diámetro de los pozos – diámetro colector¹⁴

Profundidad: La profundidad mínima de los pozos de inspección debe ser 1 m sobre la cota clave del colector afluente más superficial.

Distancia entre pozos: La distancia máxima entre pozos, cuando la limpieza es manual, está entre 100 y 120 m, y para métodos mecánicos o hidráulicos de limpieza, puede llegar a los 200 m . En el caso de alcantarillados sanitarios sin arrastre de sólidos, la distancia entre pozos o cajas puede ser de este orden. En emisarios finales o en colectores principales, donde las entradas son muy restringidas o inexistentes, la distancia máxima entre estructuras de inspección puede incrementarse en función del tipo de mantenimiento, la cual debe ser del orden de 300 m. En cualquier caso, las distancias adoptadas deben ser sustentadas con base en los criterios expuestos. (ARTICULO 141) [RAS]

2.2.4.1.1 Pozos de inspección

Es la obra complementaria a la estructura - pozo, construida a partir de la cota A hasta la cota rasante del pozo, la cual permite el acceso al colector con el fin de prever el mantenimiento adecuado del sistema de alcantarillado.

El diámetro del pozo de inspección (D_{pi}) se construye generalmente de 1.20 metros, con el orificio de entrada de 0.60 metros de diámetro.

¹³ Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Ministerio de Desarrollo Económico (Colombia 2000)

¹⁴ SENA-CAMACOL, Normas Técnicas Para Diseño Y Presentación de Proyectos de Alcantarillado. Este libro servirá de manual de consulta para nomenclatura y normas técnicas necesarias a usar en las redes de alcantarillado (Bucaramanga 1998)

Para los caso en que el diámetro de la estructura - pozo (D_p) sea mayor de 1.20 metros, el diseñador podrá proyectar el diámetro del pozo de inspección en dicho diámetro, o en su defecto será necesario diseñar una estructura de transición para acoplar el diámetro del pozo de inspección a 1.20 metros. Incluir plano con detalles típicos al respecto.

Los pozos de inspección también se construirán sobre las estructuras de separación o de alivio de caudales, y para los demás sistemas que el diseñador requiera.

2.2.4.1.2 Cámaras de caída

Las cámaras de caída son estructuras de conexión frecuentes en terrenos con pendiente pronunciada, con el objeto de evitar velocidades mayores de las máximas permisibles.(D.6.4)[RAS]¹⁵

Consideraciones para su proyección

Todos los colectores que lleguen a una estructura de conexión, con una diferencia mayor de 0.75 m con respecto a la batea del colector de salida, deben entregar al pozo mediante una cámara de caída, cuya boca inferior debe estar orientada en tal forma que el flujo confluya con un ángulo máximo de 15° con respecto a la dirección del flujo principal. Para colectores afluentes menores de 300 mm de diámetro puede analizarse la alternativa de no construir la cámara de caída pero proveer un colchón de agua en la parte inferior del pozo que amortigüe la caída. (D.6.4.1) [RAS]¹⁶

Parámetros de diseño

El colector de entrada debe unirse con el fondo de la cámara mediante un tubo bajante que está colocado fuera de la misma. La tubería se prolonga con su pendiente original hasta la parte interior de la cámara, con objeto de facilitar la inspección y limpieza del conducto.

El diámetro del tubo bajante debe ser del mismo diámetro que el tubo de entrada, pero en ningún caso menor que 200 mm. Si la tubería de entrada tiene un

^{15 16} Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Ministerio de Desarrollo Económico (Colombia 2000)

diámetro mayor que 900 mm, en lugar de tubo de caída debe diseñarse una transición escalonada entre el tubo y la cámara. (D.6.4.2) [RAS]¹⁷

2.2.4.2 Sumideros

Son estructuras para la captación de la escorrentía superficial, que pueden ser diseñadas en forma lateral o transversal al sentido del flujo, y se localizan en las vías vehiculares o peatonales del proyecto. (D.6.5) [RAS]¹⁸

Para la primera versión de este proyecto los sumideros no fueron tenidos en cuenta en el presupuesto, pero se tiene previsto su futura inclusión.

Consideraciones para su proyección

La capacidad de recolección de aguas lluvias del conjunto de sumideros de un sistema pluvial o combinado debe ser consistente con la capacidad de evacuación de la red de colectores para garantizar que el caudal de diseño efectivamente llegue a la red de evacuación.

Los sumideros deben ubicarse en los cruces de las vías, de tal manera que intercepten las aguas antes de las zonas de tránsito de los peatones y en los puntos intermedios bajos. Los siguientes son algunos criterios para su ubicación:

1. Puntos bajos y depresiones.
 2. Reducción de pendiente longitudinal de las calles.
 3. Antes de puentes y terraplenes.
 4. Preferiblemente antes de los cruces de calles y pasos peatonales.
 5. Captación de sedimentos
- (D.6.5.1)[RAS]

Parámetros de diseño

El dimensionamiento de la tubería de conexión del sumidero al sistema de alcantarillado, ya sea un pozo o fuentes receptoras, debe tener un diámetro mínimo de 200 mm, pendiente superior al 2% y, en general, no debe tener una longitud mayor de 15 m. (D.6.5.2) [RAS]¹⁹

^{17 18 19} Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Ministerio de Desarrollo Económico (Colombia 2000)

2.2.4.3 Tramos o colectores

Son los elementos lineales del alcantarillado los cuales recolectan transportan y disponen el caudal sanitario y/o pluvial. A continuación se presentaran las normas más relevantes para este proyecto acerca del diseño y construcción de colectores de alcantarillado.

Profundidades de los colectores

Los sistemas de alcantarillado deben estar a la profundidad necesaria para permitir el drenaje por gravedad de las aguas negras y lluvias de su área tributaria. La profundidad del alcantarillado con respecto a la cota extrados de la tubería, no será menor de:

Zona	Profundidad (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0.6
Vías vehiculares	0.9

Tabla 4. Profundidad de los colectores

Para profundidades menores a las anteriores, el diseñador deberá justificar el tipo de cimentación y las obras de protección a utilizar en la instalación de la tubería, que garantice el relleno mínimo en el colector.

Ubicación

En general, los colectores deben localizarse siguiendo el lineamiento de las calles. Sin embargo, si la topografía o el costo de construcción lo ameritan, pueden ubicarse por los andenes o dentro de las manzanas. En particular, esto último es válido para los alcantarillados condominiales. Los colectores de aguas residuales o lluvias no pueden estar ubicados en la misma zanja de una tubería de acueducto y su cota clave siempre debe estar por debajo de la cota batea de la tubería de acueducto. En general para sistemas separados el colector de aguas lluvias debe localizarse en o cerca del eje de la vía, mientras que el colector de aguas residuales debe ubicarse hacia uno de los costados, a una distancia aproximada de un cuarto del ancho de la calzada (semieje) y no menor de 0,5 m del sardinell. El colector de aguas residuales no debe localizarse en el mismo costado de

ubicación de la red de acueducto. Los colectores de sistemas combinados deben ubicarse en el eje de la calzada. (D.2.3.5.4) [RAS]²⁰

Cambios de dirección en los colectores

En general, los cambios de dirección deben hacerse mediante cámaras o pozos de inspección o estructuras especiales construidas en el sitio. Sin embargo, en colectores matrices o emisarios finales también pueden hacerse con el mismo colector mediante curvas, haciendo uso de la deflexión admitida de las uniones o mediante codos prefabricados. El diámetro mínimo y el radio de curvatura mínimo deben ser definidos con base en los requerimientos de inspección y mantenimiento.

La pendiente del conducto deberá seleccionarse de tal manera que se ajuste a la topografía del terreno, y que cumpla con las velocidades permisibles para el caudal de diseño del tramo.

En los tramos en que la pendiente natural del terreno sea tan pronunciada que pueda ocasionar velocidades mayores a las permitidas, se utilizará un sistema de tramos cortos con pendientes aceptables, conectados por estructuras de caída debidamente dimensionadas.

El diámetro mínimo en alcantarillados sanitarios será de 8 pulgadas, y en alcantarillados pluviales o combinados será de 10 pulgadas; esto con el fin de evitar obstrucciones en el colector ocasionado por agentes externos adicionales al caudal de escorrentía transportado (basuras y otros).

2.3 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los sistemas de información geográfica (SIG) se venido desarrollando desde hace mucho tiempo, pero hasta hace poco con la aparición de las herramientas computacionales se han podido posicionar como herramientas útiles. La evolución cartográfica de la mano de las herramientas de automatización de procesos ha contribuido a análisis más profundos de la coceptualización del entorno geográfico.

A partir de algoritmos matemáticos que se remontan hasta 1680 y del desarrollo de la topología (Ciencia matemática que permite estudiar las figuras y sus relaciones entre si) surgieron los cuatro principios de la naturaleza de los datos

²⁰ Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Ministerio de Desarrollo Económico (Colombia 2000)

geográficos: “todo elemento tiene posición absoluta, posición relativa, figura geométrica y atributos”.

2.3.1 Definición

Los SIG son una nueva herramienta tecnológica que permite gestionar y analizar la información espacial y que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar preguntas de modo inmediato.

Existen muchas definiciones de SIG, las cuales se diferencian en el modo en que enfatizan en sus componentes y funcionalidades; sin embargo todas coinciden en que es un sistema integrado para trabajar con información espacial y una herramienta esencial para el análisis y toma de decisiones, ya que permite resolver problemas rápidamente y contestar preguntas de modo inmediato.

2.3.2 Componentes y funciones de un SIG

Un SIG está formado por componentes o elementos y cada uno cumple con una función para que exista entre ellos una interacción. A continuación se describen esos componentes:



Figura 8. Componentes de un SIG²¹

²¹ tomado de www.monografias.com

2.3.2.1 Hardware

Se refiere al equipo o computador en el que se opera el SIG. Podría generalizarse que todos los computadores actuales cumplen con los requisitos mínimos recomendados. Debe tenerse en cuenta la velocidad, costo, soporte, administración, escalabilidad y seguridad requerida. La función que tiene es la de permitir la entrada y salida de la información en diversos medios y formas.

2.3.2.2 Software

Comprende lo que son los programas a utilizar. Existe hoy en día gran cantidad de software para SIG y el problema no radica en conseguirlos, ya que se pueden adquirir incluso por internet con gran facilidad, sino en elegir el software que mejor se ajuste a las necesidades y objetivos para los cuales se está diseñando el SIG.

Dentro de las funciones y herramientas que poseen éstos software están:

Un sistema de manejo de bases de datos

Herramientas para el ingreso y manipulación de información geográfica.

Herramientas para consultas y análisis de datos.

Interfaz grafica del usuario para fácil acceso a las herramientas.

2.3.2.3 Datos

Son la información espacial y descriptiva con que cuenta el usuario y con la cual funcionara el SIG, siendo este el componente más importante.

Estos datos son contenidos en la base de datos la cual garantiza el funcionamiento analítico del SIG.

Generalmente los SIG permiten aislar al usuario corriente de los detalles de almacenamiento y procesamiento de los datos. Este aspecto repercute en seguridad por cuanto únicamente usuarios autorizados tendrán acceso a modificar las Bases de Datos dando así una garantía mejor a los trabajos ejecutados. Las operaciones de consulta son abiertas para usuarios corrientes.²²

²² JORGE H. GOMEZ GOMEZ, M.Sc., INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (Bucaramanga 1999)

2.3.2.4 Recursos humanos

Es el personal especializado que conoce y resuelve los problemas de entrada de datos y quienes modelan y analizan la información resultante. Sin estos los datos se desactualizan y se manejan equivocadamente.

2.3.2.5 Metodos

En gran medida el éxito de un SIG depende de su diseño acorde a su finalidad y la forma de su utilización, que constituyen los modelos y prácticas operativas únicas a cada organización.

2.3.2.6 Análisis

Es la parte fundamental de un SIG, ya que por medio de ellos pueden buscarse las mejores aplicaciones. Las transformaciones, consultas y análisis, se constituirán en la herramienta fundamental para los usuarios, ya que sus operadores analíticos podrán hacerle alcanzable los objetivos pretendidos al manejar la base de datos.

Un usuario de SIG tendrá gran variedad de preguntas, generalmente relacionadas con el ¿Qué? , ¿Cuándo? , ¿Cómo? y ¿Dónde? , que se analizarán oportunamente, para encontrar las relaciones espaciales, los atributos, las características temporales y la descripción espacial requeridos para el análisis.²³

2.3.2.7 Salida

Pueden ser de diferentes formas, tales como nuevos mapas en papel, informes estadísticos impresos o en medios magnéticos, salidas gráficas o de texto por pantalla, información en cualquier otro medio magnético, conexión con otros tipos de SIG, etc.²⁴

^{23 24} JORGE H. GOMEZ GOMEZ, M.Sc., INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (Bucaramanga 1999)

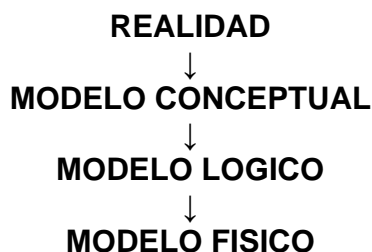
2.3.3 Modelos y estructuras de datos

2.3.3.1 Modelos

La tecnología de los SIG en la mayoría de los casos, se ha desarrollado sin una profundización teórica que sirva de base para su diseño e implementación; para sacar el mayor provecho de esta técnica, es necesario ahondar en ciertos aspectos teóricos y prácticos que los especialistas no deben perder de vista, partiendo de que no se puede confundir el SIG con digitalizar y teclear datos en el computador.

Al iniciar el estudio para diseñar un SIG, debe pensarse que se van a manejar objetos que existen en la realidad, tienen características que los diferencian y guardan ciertas relaciones espaciales que se deben conservar; por lo tanto, no se puede olvidar en ningún caso que se va a desarrollar en el computador un modelo de objetos y relaciones que se encuentran en el mundo real.

Para garantizar que el esquema anterior se pueda obtener, se construye una serie de modelos que permitan manipular los objetos tal cual como aparecen en la realidad, con esto, se convertirán imágenes de fenómenos reales en señales que se manejan en el computador como datos que harán posible analizar los objetos que ellas representan y extraerles información.



2.3.3.1.1 Modelo conceptual

Es la conceptualización de la realidad por medio de la definición de objetos de la superficie de la tierra (entidades) con sus relaciones espaciales y características (atributos) que se representan en un esquema describiendo esos fenómenos del mundo real. Para obtener el modelo conceptual, el primer paso es el análisis de la información y los datos que se usan y producen en la empresa que desarrolla el SIG; el siguiente paso es la determinación de las entidades y los atributos con las relaciones que aquellas guardan, de acuerdo con el flujo de información en los diferentes procesos que se llevan a cabo en la empresa.

Existen diversos métodos para desarrollar tanto el modelo conceptual como los demás modelos, por cuanto este es la base para obtenerlos; entre ellos tenemos:

Entidad asociación (EA)
Modelo Entidad Relación (MER)

En los SIG, sobre todo si tienen algo de complejidad, se debe pensar siempre en el MER que garantiza la organización de todas las entidades con sus relaciones en un solo esquema de representación de las cosas como son en la realidad. Con este modelo se obtiene un medio efectivo para mostrar los requerimientos de información, organización y documentación necesarios para desarrollar el SIG y la clases de datos que se estarán manipulando.

2.3.3.1.1 MODELO ENTIDAD-RELACION

El modelo entidad-relación es el modelo conceptual más utilizado para el diseño conceptual de bases de datos. Fue introducido por Peter Chen en 1976. El modelo entidad-relación está formado por un conjunto de conceptos que permiten describir la realidad mediante un conjunto de representaciones gráficas y lingüísticas.

Originalmente, el modelo entidad-relación sólo incluía los conceptos de entidad, relación y atributo. Más tarde, se añadieron otros conceptos, como los atributos compuestos y las jerarquías de generalización, en lo que se ha denominado modelo entidad-relación extendido

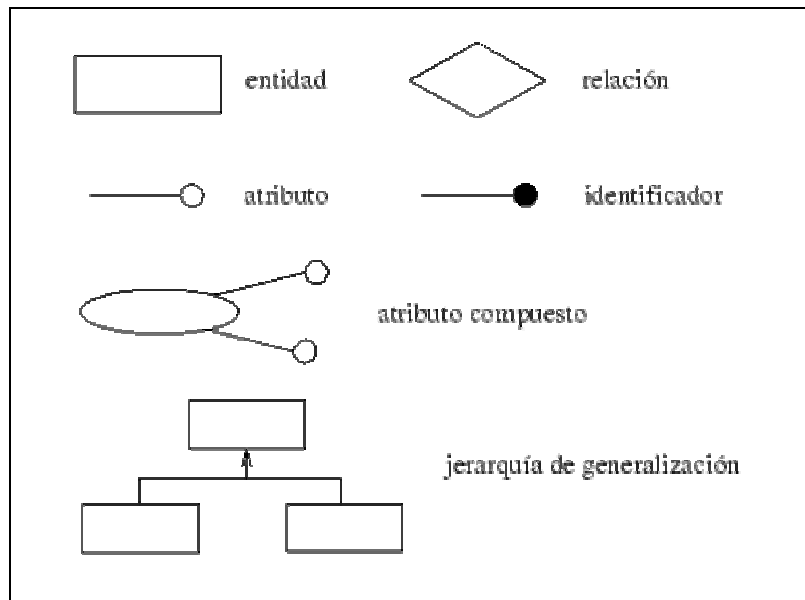


Figura 9. Conceptos del modelo entidad relación extendidos

2.3.3.1.1.1 Entidad

Cualquier tipo de objeto o concepto sobre el que se recoge información: cosa, persona, concepto abstracto o suceso. Por ejemplo: coches, casas, empleados, clientes, empresas, oficios, diseños de productos, conciertos, excursiones, etc. Las entidades se representan gráficamente mediante rectángulos y su nombre aparece en el interior. Un nombre de entidad sólo puede aparecer una vez en el esquema conceptual.

Hay dos tipos de entidades: fuertes y débiles. Una entidad débil es una entidad cuya existencia depende de la existencia de otra entidad. Una entidad fuerte es una entidad que no es débil.

2.3.3.1.1.2 Relación (interrelación)

Es una correspondencia o asociación entre dos o más entidades. Cada relación tiene un nombre que describe su función. Las relaciones se representan gráficamente mediante rombos y su nombre aparece en el interior.

Las entidades que están involucradas en una determinada relación se denominan entidades participantes. El número de participantes en una relación es lo que se denomina grado de la relación. Por lo tanto, una relación en la que participan dos entidades es una relación binaria; si son tres las entidades participantes, la relación es ternaria; etc.

Una relación recursiva es una relación donde la misma entidad participa más de una vez en la relación con distintos papeles. El nombre de estos papeles es importante para determinar la función de cada participación.

La cardinalidad con la que una entidad participa en una relación especifica el número mínimo y el número máximo de correspondencias en las que puede tomar parte cada ocurrencia de dicha entidad. La participación de una entidad en una relación es obligatoria (total) si la existencia de cada una de sus ocurrencias requiere la existencia de, al menos, una ocurrencia de la otra entidad participante. Si no, la participación es opcional (parcial). Las reglas que definen la cardinalidad de las relaciones son las reglas de negocio.

A veces, surgen problemas cuando se está diseñado un esquema conceptual. Estos problemas, denominados trampas, suelen producirse a causa de una mala interpretación en el significado de alguna relación, por lo que es importante comprobar que el esquema conceptual carece de dichas trampas. En general, para encontrar las trampas, hay que asegurarse de que se entiende

completamente el significado de cada relación. Si no se entienden las relaciones, se puede crear un esquema que no represente fielmente la realidad.

Una de las trampas que pueden encontrarse ocurre cuando el esquema representa una relación entre entidades, pero el camino entre algunas de sus ocurrencias es ambiguo. El modo de resolverla es reestructurando el esquema para representar la asociación entre las entidades correctamente.

Otra de las trampas sucede cuando un esquema sugiere la existencia de una relación entre entidades, pero el camino entre una y otra no existe para algunas de sus ocurrencias. En este caso, se produce una pérdida de información que se puede subsanar introduciendo la relación que sugería el esquema y que no estaba representada.

2.3.3.1.1.3 Atributo

Es una característica de interés o un hecho sobre una entidad o sobre una relación. Los atributos representan las propiedades básicas de las entidades y de las relaciones. Toda la información extensiva es portada por los atributos. Gráficamente, se representan mediante bolitas que cuelgan de las entidades o relaciones a las que pertenecen.

Cada atributo tiene un conjunto de valores asociados denominado dominio. El dominio define todos los valores posibles que puede tomar un atributo. Puede haber varios atributos definidos sobre un mismo dominio.

Los atributos pueden ser simples o compuestos. Un atributo simple es un atributo que tiene un solo componente, que no se puede dividir en partes más pequeñas que tengan un significado propio. Un atributo compuesto es un atributo con varios componentes, cada uno con un significado por sí mismo. Un grupo de atributos se representa mediante un atributo compuesto cuando tienen afinidad en cuanto a su significado, o en cuanto a su uso. Un atributo compuesto se representa gráficamente mediante un óvalo.

Los atributos también pueden clasificarse en monovalentes o polivalentes. Un atributo monovalente es aquel que tiene un solo valor para cada ocurrencia de la entidad o relación a la que pertenece. Un atributo polivalente es aquel que tiene varios valores para cada ocurrencia de la entidad o relación a la que pertenece. A estos atributos también se les denomina multivaluados, y pueden tener un número máximo y un número mínimo de valores. La cardinalidad de un atributo indica el número mínimo y el número máximo de valores que puede tomar para cada ocurrencia de la entidad o relación a la que pertenece. El valor por omisión es (1,1).

Por último, los atributos pueden ser derivados. Un atributo derivado es aquel que representa un valor que se puede obtener a partir del valor de uno o varios atributos, que no necesariamente deben pertenecer a la misma entidad o relación.

Además de las características espaciales, temporales y dinámicas de los datos, los sistemas de información geográfica deben considerar también los tres atributos principales de datos de recursos terrestres.

- Atributos físicos
- Atributos sociológicos
- Atributos económicos

2.3.3.1.1.3.1 Atributos físicos

Como características geológicas, geomorfológicas, de suelos, de clima, ecosistemas, hidrología superficial y subsuperficial, infraestructura, relaciones de producción de cultivos, etc.

2.3.3.1.1.3.2 Atributos sociológicos

Tales como distribución de la población, servicios de infraestructuras, tenencia de la tierra, requerimientos y condiciones de nutrición, distribución de ingresos y otros.

2.3.3.1.1.3.3 Atributos económicos

Tales como costos de transporte por unidad de distancia, costos del procesamiento, presupuestos para sistemas de producción o tipos de uso de tierras, precios de productos para la exportación, subsidios, etc.²⁵

En este proyecto los atributos físicos serán aquellos relacionados con la información de infraestructura de la red, los atributos económicos serán los precios de las cantidades de obra de cada elemento y los sociológicos serán dados por el alcance de la cobertura de la red.

²⁵ JORGE H. GOMEZ GOMEZ, M.Sc., INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (Bucaramanga 1999)

2.3.3.1.1.4 Identificador

Un identificador de una entidad es un atributo o conjunto de atributos que determina de modo único cada ocurrencia de esa entidad. Un identificador de una entidad debe cumplir dos condiciones:

No pueden existir dos ocurrencias de la entidad con el mismo valor del identificador.

Si se omite cualquier atributo del identificador, la condición anterior deja de cumplirse.

Toda entidad tiene al menos un identificador y puede tener varios identificadores alternativos. Las relaciones no tienen identificadores.

2.3.3.1.1.5 Jerarquía de generalización

Una entidad E es una generalización de un grupo de entidades E^1, E^2, \dots, E^n , si cada ocurrencia de cada una de esas entidades es también una ocurrencia de E . Todas las propiedades de la entidad genérica E son heredadas por las subentidades.

Cada jerarquía es total o parcial, y exclusiva o superpuesta. Una jerarquía es *total* si cada ocurrencia de la entidad genérica corresponde al menos con una ocurrencia de alguna subentidad. Es *parcial* si existe alguna ocurrencia de la entidad genérica que no corresponde con ninguna ocurrencia de ninguna subentidad. Una jerarquía es *exclusiva* si cada ocurrencia de la entidad genérica corresponde, como mucho, con una ocurrencia de una sola de las subentidades. Es superpuesta si existe alguna ocurrencia de la entidad genérica que corresponde a ocurrencias de dos o más subentidades diferentes.

Un subconjunto es un caso particular de generalización con una sola entidad como subentidad. Un subconjunto siempre es una jerarquía parcial y exclusiva.

2.3.3.1.2 Modelo lógico

Se puede definir como el diseño detallado de las bases de datos que contendrán la información alfa – numérica y los niveles de información gráfica que se capturarán, con los atributos que describen cada entidad, identificadores, conectores, tipo de dato (numérico o carácter) y su longitud; además, se define la geometría (punto, línea o área) de cada una de ellas.

Como se trata de manipular en el sistema los elementos del paisaje, se tienen que codificar para poder almacenarlos en el computador y luego manipularlos en forma digital y además, darles un símbolo para su representación gráfica en la pantalla o en el papel.

Es en esta etapa que se elaboran las estructuras en que se almacenarán todos los datos, tomando como base el modelo conceptual desarrollado anteriormente. Se trata de hacer una descripción detallada de las entidades, los procesos y análisis que se llevarán a cabo, los productos que se espera obtener y la preparación de los menús de consulta para los usuarios.

En esta parte de diseño del SIG se definen los diferentes tipos de análisis que se estarán llevando a cabo más adelante y las consultas que se vayan a realizar comúnmente, esto por cuanto de la estructura de las bases de datos (gráficas y alfa – numéricas) dependen los resultados obtenidos al final; es por lo anterior, que en esta etapa, se hace un diseño detallado de lo que contendrá el SIG y de la presentación que tendrán los productos normalmente, definiendo los tipos de mapas con sus leyendas, contenido temático y demás, reportes o tablas que se espera satisfagan los principales requerimientos de los usuarios y clientes; con estos se agilizarán los procesos que envuelvan directamente a los usuarios, ya que la mayoría de sus consultas podrán ser respondidas inmediatamente mientras las no convencionales tomarán un poco más de tiempo.

No todas las posibles consultas estarán resueltas desde este momento, por cuanto muchos clientes tienen requerimientos específicos o particulares que no permiten que todas las preguntas sean "montadas de antemano", sobretodo en casos como el de catastro, en que debido a la gran variedad de información y de usuarios y clientes, los requerimientos diarios son muy diversos. No se trata de desarrollar un SIG cerrado que amarre a la gente a determinadas consultas, de lo que se trata es de ganar en eficiencia para satisfacer mejor y más rápido a los clientes.

Una vez definido el modelo conceptual y el lógico, se conoce cuales mapas se han de digitalizar y que información alfa – numérica debe involucrarse.

Tanto el modelo conceptual como el lógico, son independientes de los programas y equipos que se vayan a utilizar y de su correcta concepción depende el éxito del SIG.

2.3.3.1.3 Modelo físico

Es la implementación de los anteriores modelos en el programa o software seleccionado y los equipos específicos en que se vaya a trabajar y por esto se realiza de acuerdo con sus propias especificaciones. El modelo físico determina

en que forma se debe almacenar los datos, cumpliendo con las restricciones y aprovechando las ventajas del sistema específico a utilizar.

2.3.3.2 Datos

Los SIG utilizan entidades graficas para representar datos puntuales, lineales, superficiales y volumétricos. Una diferencia entre un SIG y otro sistema de información es que todos los datos están orientados espacialmente, por lo cual todo objeto geográfico tiene una posición relativa respecto a los demás y puede definirse por su localización (coordenadas) y sus atributos (códigos, nombres, materiales, funciones, etc.).

2.3.3.2.1 Datos puntuales

Son aquellos elementos que pueden representares por medio de un punto único en el espacio (por ejemplo un pozo o un mojón de concreto) o cualquier elemento que por escala cartográfica quede caracterizado como tal pues su área es considerablemente inferior a la de los demás elementos representados.

2.3.3.2.2 Datos lineales

Elementos cuyo ancho es despreciable en comparación con su longitud como vías, ríos, tuberías, etc.

2.3.3.2.3 Datos superficiales (bimensional)

Conformado por los elementos que pueden ser representados en un mapa por medio de polígonos cerrados.

2.3.3.2.4 Datos volumétricos (tridimensional)

Elementos que representan formas tridimensionales. Comúnmente usados para la representación topográfica de un terreno.

2.3.4 Modelo vectorial y raster

En función del modelo de datos implementado en cada sistema, podemos distinguir tres grandes grupos de sistemas de información geográfica: vectoriales,

Raster y Orientados a Objetos. Aunque la mayor parte de los existentes en la actualidad pertenecen a los dos primeros.

Para este proyecto los requerimientos del cliente se ajustan al potencial de uso de un sistema tipo vectorial, pues los objetos están bien definidos y fácilmente pueden ser representados por líneas puntos y polígonos.

2.3.4.1 Modelo vectorial

Son aquellos Sistemas de Información Geográfica que para la descripción de los objetos geográficos utilizan vectores definidos por pares de coordenadas relativas a algún sistema cartográfico.

Con un par de coordenadas y su altitud gestionan un punto (vértice geodésico), con dos puntos generan una línea, y con una agrupación de líneas forman polígonos.

En general, el modelo de datos vectorial es adecuado cuando trabajamos con objetos geográficos con límites bien establecidos, como pueden ser fincas, carreteras, etc.

Para este proyecto el mejor modelo es el de tipo vectorial, pues la red de alcantarillado puede ser representada de forma adecuada con vectores en datos de tipo punto y tipo línea, y sus áreas de influencia como lo son barrios, manzanas, vías, municipios pueden ser representados por polígonos.

2.3.4.2 Modelo raster

Los Sistemas de Información Raster basan su funcionalidad en una concepción implícita de las relaciones de vecindad entre los objetos geográficos. Su forma de proceder es dividir la zona de afección de la base de datos en una retícula o malla regular de pequeñas celdas (a las que se denomina píxeles) y atribuir un valor numérico a cada celda como representación de su valor temático. Dado que la malla es regular (el tamaño del píxel es constante) y que conocemos la posición en coordenadas del centro de una de las celdas, se puede decir que todos los píxeles están georreferenciados.

Lógicamente, para tener una descripción precisa de los objetos geográficos contenidos en la base de datos el tamaño del píxel ha de ser reducido (en función de la escala), lo que dotará a la malla de una resolución alta. Sin embargo, a mayor número de filas y columnas en la malla (más resolución), mayor esfuerzo en el proceso de captura de la información y mayor costo computacional a la hora de procesar la misma.

No obstante, el modelo de datos raster es especialmente útil cuando tenemos que describir objetos geográficos con límites difusos, como por ejemplo puede ser la dispersión de una nube de contaminantes, o los niveles de contaminación de un acuífero subterráneo, donde los contornos no son absolutamente nítidos; en esos casos, el modelo raster es más apropiado que el vectorial.

Los límites de los elementos de la red y de las superficies que representan el límite de los servicios están bien definidos. Por eso mismo el modelo vectorial es el más apropiado para el desarrollo de este proyecto y será la base para la escogencia de los componentes para desarrollar la herramienta.

2.3.5 Sistemas de proyección

Una proyección geográfica es un sistema ordenado que traslada desde la superficie curva de la Tierra la red de meridianos y paralelos sobre una superficie plana. Se representa gráficamente en forma de malla. La única forma de evitar los problemas de proyección es usar un globo, pero en la mayoría de las ocasiones sería demasiado grande para que resultase útil.

Una buena proyección debe tener dos características, que conserve las áreas y que conserve los ángulos. Desgraciadamente eso no es posible, sería como hallar la cuadratura del círculo, por lo que hay que buscar soluciones intermedias. Cuando una proyección conserva los ángulos de los contornos decimos que es ortomórfica o conforme, pero estas proyecciones no conservan las áreas.

La proyección consiste en establecer una ecuación que a cada par de coordenadas geográficas le asigne un par de coordenadas planas.

$$x = f(\text{lat}; \text{long})$$
$$y = f(\text{lat}; \text{long})$$

Una proyección implica siempre una distorsión en la superficie representada; el objetivo de la cartografía es minimizar estas distorsiones utilizando la técnica de proyección más adecuada a cada caso.

Dependiendo de cuál sea el punto que consideremos como centro del mapa se distinguen proyecciones polares, cuyo centro es uno de los polos; ecuatoriales cuyo centro es la intersección entre la línea del Ecuador y un meridiano; y oblicuas o inclinadas, cuyo centro es cualquier otro punto.

Otra forma de clasificar las proyecciones es con referencia a la figura geométrica que genera el plano bidimensional. Se habla entonces de proyecciones cilíndricas, cónicas y azimutales o planas. En estos casos las distorsiones son nulas en la

línea donde la figura corta al elipsoide⁵ y aumentan con la distancia a ésta. Para minimizar el error medio suelen utilizarse planos secantes en lugar de planos tangentes.

2.3.5.1 Proyección cilíndrica

Es la proyección de Mercator que revolucionó a la cartografía. En ella se proyecta el globo terrestre sobre un cilindro. Es una de las más utilizadas aun cuando por lo general en forma modificada, debido a las grandes distorsiones que ofrece en las zonas de latitud elevada, cosa que impide apreciar en sus verdaderas proporciones a las regiones polares.

El éxito de la proyección de Mercator se debe a que cualquier línea recta que se trace marca el rumbo real, con lo cual se puede navegar siguiendo con la brújula el ángulo que se marca en el mapa. A esta línea de rumbo se llama loxodrómica.

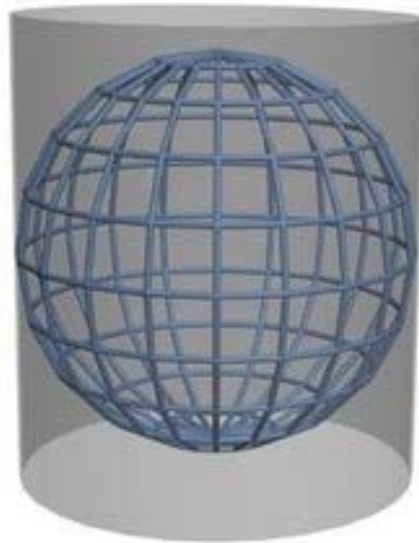


Figura 10. Esquema ilustrativo de una proyección cilíndrica²⁶

2.3.5.1.1 Proyección UTM

La proyección UTM.: es una proyección conforme y es la adoptada por la mayoría de los países del mundo. En Principio, la Proyección UTM es un sistema

²⁶ Tomado de .(<http://es.wikipedia.org>)

cilíndrico transverso conforme, tangente al globo terráqueo a lo largo de un meridiano, que se elige como meridiano de origen.

Ahora bien, este sistema, aplicado a grandes extensiones de longitud, hace que nos vayamos alejando del meridiano de tangencia, lo cual causa deformaciones considerables.

Por ello, se recurre al artificio de subdividir la superficie terrestre en 60 husos o zonas iguales de 6 grados de longitud, con la cual resultan 60 proyecciones iguales, pero cada una con su respectivo meridiano central. Colombia estaría ubicada en la zona 18 para el uso de esta proyección.

2.3.5.2 Proyección cónica

La proyección se hace trasladando la información de la esfera a un cono, tomando como punto focal uno de los polos. Hay una distorsión asimétrica que también afecta a las zonas polares, pero ofrece mayor precisión en el hemisferio que corresponde al polo que se haya tomado como foco.

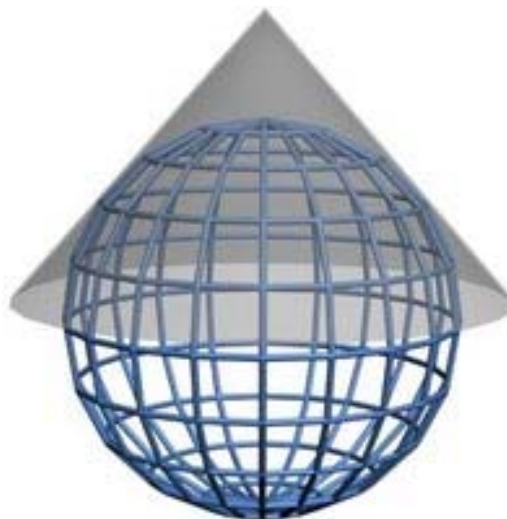


Figura 11. Esquema ilustrativo de una proyección cónica.²⁷

2.3.5.3 Proyección azimutal

En este caso se proyecta una porción de la Tierra sobre un disco plano tangente al globo en un punto seleccionado, obteniéndose la visión que se lograría ya sea

²⁷ Tomado de .(<http://es.wikipedia.org>)

desde el centro de la Tierra o desde un punto del espacio exterior. Si la proyección es del primer tipo se llama proyección gnomónica; si del segundo, ortográfica. Estas proyecciones ofrecen una mayor distorsión cuanto mayor sea a su vez la distancia al punto tangencial de la esfera y del plano.

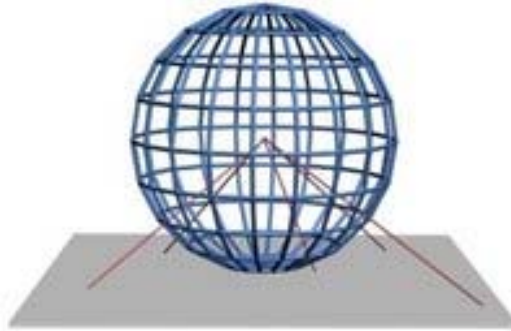


Figura 12. Esquema ilustrativo de una proyección azimutal gnomónica.²⁸

2.3.6 Tipos de programas sig

Evidentemente ningún programa de SIG puede ser el mejor de los programas posibles y cubrir todas las posibles expectativas. Por tanto los programas acaban especializándose en función del tipo de datos que se supone que se van a utilizar, el tipo de aplicaciones y la lógica de trabajo.

2.3.6.1 Según el tipo de datos

SIG raster: Incluyen principalmente herramientas para el manejo de variables espaciales. En este grupo se encuentran las siguientes herramientas: IDRISI, GRASS, ERMapper, SPRING, PCRaster

SIG vectorial: Manejo de objetos. Herramientas disponibles: ArcInfo, ArcView, MapInfo, Geomedia, MapMaker.

2.3.6.2 Según la forma de organizar el trabajo

SIG basados en menús: Orientados normalmente a la gestión, tanto en empresa como en administración. En este grupo encontramos a: ArcView, IDRISI para Windows, MapInfo, Geomedia, SPRING.

²⁸ Tomado de .(<http://es.wikipedia.org>)

SIG basados en comandos: Orientados a la investigación. La ventaja de los programas basados en comandos es la capacidad de programar y ejecutar scripts complejos. Se encuentra herramientas como: GRASS, ArcInfo, IDRISI para MSDOS, PCRASTER).

2.3.6.3 Según la filosofía

SIG comerciales: ArcInfo, Geomedia, ArcView, MapInfo, mallworld.

SIG gratuitos o semigratuitos: SPRING, PCRaster, IDRISI.

SIG abiertos: Un sistema abierto son aquellos de los que se conoce el código fuente y por tanto cómo se almacenan los datos.

2.4 SOFTWARE

Como ya se vio anteriormente existe gran cantidad de programas SIG especializado en su propio método y en su propia forma de manejo de datos; lo que se busco hacer en este proyecto fue el diseño de una herramienta especializada para una necesidad específica como lo es el avalúo de una red de alcantarillado.

En este capítulo detallara las funciones de los programas usados para el proyecto y el acople de estos para el desarrollo de la herramienta final. También se explicara la razón de utilización de cada programa.

Como común denominador para la escogencia de estas herramientas se tomo el factor económico el cual es determinante para cualquier proyecto, además con las excelentes alternativas encontradas en el software libre no se ve en realidad la necesidad de incurrir a herramientas comerciales para lograr el objetivo de este proyecto. Sin embargo el análisis de estas herramientas comerciales fue realizado para ver su viabilidad y sus posibles aportes para el proyecto.

2.4.1 Visual Basic 6.0

Siendo el tiempo otro factor importante en el desarrollo de esta aplicación el lenguaje de programación a escoger debería facilitar y agilizar el desarrollo del proyecto además de presentar las herramientas necesarias para lograr el objetivo final y los requerimientos del cliente.

Visual Basic 6.0 es uno de los lenguajes de programación más usados entre programadores por sus capacidades para desarrollar aplicaciones complejas en

relativamente poco tiempo (comparado con lo que cuesta programar en Visual C++, por ejemplo) y siendo este un lenguaje de programación visual, también llamado lenguaje de 4ª generación. Es decir que un gran número de tareas se realizan sin escribir código, simplemente con operaciones gráficas realizadas sobre la pantalla los requerimientos básicos para el lenguaje de programación para este proyecto son llenados con este lenguaje.

Además Visual Basic esta orientado a la realización de programas para Windows, lo cual facilita la incorporación de elementos utilizados por otros software SIG en entorno Windows.

La cantidad de información y código de programación distribuido por la red es otro factor a favor para la utilización de este lenguaje.

Por supuesto todo no es bueno. El precio a pagar por usar Visual Basic 6.0 es una menor velocidad o eficiencia en las aplicaciones.

2.4.2 Mapwindows 4.0.9.241 OCX

Para programar con objetos y eventos relacionados al entorno SIG como lo son ventanas para visualizar mapas, archivos Shape y bases de datos es necesarios crear un sin numero de clases y especificaciones pare estos, lo anterior seria un gran problema si se tuviera que hacer por el programador. Para eso existen los OCX, los cuales son paquetes que se encargan de esa labor.

El componente MapWinGIS.ocx es un objeto programable que puede ser adherido a Formularios en Visual Basic, Delphi u otros lenguajes que soporten Controles ActiveX, proveyendo así las herramientas para la manipulación de objetos y datos SIG.

Este componente se adquiere por Internet en la dirección <http://www.mapwindow.org/mapwingis.php> y es de licencia abierta, es decir de libre distribución sin costo alguno.

Gracias a este componente fueron posibles cumplir los requisitos concernientes al visor de mapas y manejos de datos de los archivos shape y sus respectivos atributos.

Antes de optar por utilizar este componente, otro componente fue analizado para su posible utilización; MapObject 2.1 es un OCX desarrollado por ESRI para la programación basado en objetos y datos SIG. Aunque es un excelente componente y llenaba las falencias del MapWinGIS.ocx en cuanto a la imposibilidad de creación de nuevos archivos shape, su costo era muy elevado y

no solo exigía pago de licencias para desarrollo de proyectos sino también pago de licencia de instalación por cada proyecto y equipo en que se necesitara.

Las desventajas que traía la utilización del componente MapWinGIS.ocx fueron solucionadas con la utilización de otro OCX de libre distribución encontrado en la red.

2.4.3 Arcview shapefile control OCX

Este componente al igual que el anterior se adhiere a los formularios de Visual Basic y nos permite la manipulación y creación de archivos shape, los cuales fueron los escogidos para llevar a cabo este proyecto.

Este OCX de libre distribución puede ser bajado de la red en la dirección <http://arcscripts.esri.com/disclaimer.asp>.

2.4.4 Archivos shape

Un archivo shape guarda geometría no topológica e información de atributos atado a las propiedades espaciales en un conjunto de datos. La geometría para una propiedad es almacenada como un shape abierto a un conjunto de coordenadas vectoriales.

Como los archivos shape no cargan el procesamiento de la estructura topológica tienen ventajas sobre otras fuentes de datos, ventajas como mayor rapidez al dibujar y facilidad al editar.

Los archivos shape pueden soportar propiedades de punto, línea y área. Los atributos son contenidos en formato dBASE®. Cada registro de un atributo tiene una relación 1:1 con su registro shape asociado.

Un archivo shape puede ser creado de las siguientes formas:

Exportándolo de cualquier fuente de datos a un archivo shape usando ARC/INFO®, PC ARC/INFO®, Spatial Database Engine™, ArcView®GIS y otros.

Digitalizando directamente usando ArcView GIS y sus propiedades y herramientas de creación.

Escribiendo directamente las especificaciones del archivo shape por medio de un programa creado.

Un archivo shape en realidad necesita de otros dos para trabajar, el archivo de índices y la tabla que contiene los atributos.

Ejemplo:

Archivo principal:	países.shp
Archivo índice:	países.shx
Tabla dBASE:	países.dbf

Este formato de archivo es uno de los más usados por los clientes de las tecnologías SIG y las herramientas disponibles para su manejo y creación son muchas y muy fáciles de conseguir.

Teniendo en cuenta lo anterior y el hecho que la herramienta desarrollada en este proyecto tendrá deficiencias al momento de impresión de mapas y exportación de estos pero que utilizando este formato de archivo puede solucionarse con la utilización de otro software que supla estas falencias el formato de archivo shape es el mejor para la utilización en este proyecto.

2.4.5 Arcview®GIS

Uno de los objetivos de este proyecto es el de crear un software independiente de los software comerciales descartando la opción de crear una aplicación en ArcView por medio del lenguaje Avenue para que funcionara como plug-in pues eso obligaría a la adquisición del programa ArcView para el uso de este plug-in, cosa que no todos los posibles clientes y usuarios están en la capacidad de hacer.

Sin embargo ArcView es un excelente modelo a seguir, pues algo que uno no puede desconocer es los estándares y formas comunes de manejo a la hora de trabajar con software SIG, por esto y por el hecho de estar usando archivos shape para el desarrollo de nuestra herramienta ArcView nos sirve como ejemplo perfecto de lo que se quiere y de lo que se busca de un software SIG.

Tal vez el pionero del software SIG comerciales ArcView es uno de los más usados por los clientes de esta tecnología, por lo menos en un principio pues es un software que maneja modelos tanto vectoriales como raster con una larga lista de capacidades cartográficas y permite el manejo de la información de una manera simple y sencilla.

Este programa simplifica el análisis de datos permitiendo un rumbo de trabajo lógico haciéndolo mas sencillo a usuarios con pocas bases en tecnología SIG.

Este numeral no pretende ser un manual de ArcView, solo quiere mostrar la similitud en algunos procedimientos utilizados en nuestro proyecto y este software comercial.

A continuación enumeraremos algunas cosas que se pueden hacer con ArcView y destacaremos los procedimientos útiles a nuestro proyecto.

Manipulación de temas (layouts)

Un tema es un conjunto diferenciado de elementos geográficos por ejemplo: municipios, parcelas, reforestaciones, quebradas o ríos.

Los temas pueden ser creados desde una variedad de fuentes de datos, mapas digitales existentes, imágenes y archivos de datos tabulares. Un tema puede representar autopistas como líneas, viveros como puntos y municipios como polígonos y estos temas o layouts vienen contenidos en archivos shape.

Un archivo shape como ya vimos anteriormente es el formato propio de ESRI (Creadores de ArcView) para almacenar información de geografía y atributos para un conjunto de elementos geográficos.

Arcview permite abrir, encender, apagar, activar, desactivar, cambiar el orden de visualización de temas y la consulta de los registros de estos temas.

Nuestra herramienta necesita tener esta capacidad de manipulación de temas pero a ser especializada en redes de alcantarillado se limitara la consulta de registros de los temas a únicamente los concernientes a los elementos de la red.

Cualquier otro tema puede ser cargado pero sus atributos no podrán ser consultados.

Convertir fuentes de datos a archivos shape

ArcView tiene diferentes herramientas para conversión de datos a archivos shape, uno de estas herramientas permite crear un archivo shape a partir de una base de datos existente la cual contenga información de coordenadas X y Y, esta herramienta esta limitada a la creación de shapes de puntos.

Nuestra herramienta debe crear temas de tipo punto y línea consultando las bases de datos de pozos y tramos de la red, es decir obtendrá las coordenadas X y Y de los pozos para crear el tema de pozos y luego consultara la base de datos de tramos para hacer lo mismo con el pozo inicial y el pozo final de cada tramo.

Las bases de datos fuentes, es decir las que en un principio contienen toda la información de la red son de tipo dBASE aunque se puede usar ACCESS, MYSQL o cualquier otro tipo de administrador.

Una vez ya creado los temas nuestra herramienta también podrá añadir información directamente al shape por medio de los formularios de pozos y tramos.

Herramientas del visor de temas

Las herramientas de ArcView para el visor de mapas son extensas, constan de herramientas de visualización como los diferentes zoom y panorámica, además de la posibilidad de muestra de etiquetas de los diferentes temas.

Nuestro programa se diseñó para poder usar las herramientas básicas de visualización de temas.

Manipulación de datos y tablas

Como ArcView no es un software especializado permite el acceso a todas las tablas de los temas y por consiguiente a los atributos.

Esto puede ser perjudicial si se quiere una herramienta con restricciones de consulta e ingreso de información pues cada atributo será computado para el cálculo del precio de las cantidades de obra y el libre acceso a estos datos puede ocasionar errores.

Nuestra herramienta permite el acceso controlado a los atributos correspondientes a la infraestructura de la red y a sus cantidades de obra y contiene varios algoritmos de validación para evitar la introducción errónea de datos.

Otros

Por supuesto ArcView tiene muchas mas herramientas como la capacidad de impresión de temas por medio de los layouts, el tratamiento de superficies en 3D, y la posibilidad de programar y extender sus herramientas por medio de scripts en lenguaje Avenue.

Y aunque nuestro programa carece de tales posibilidades, al estar usando el formato shape estamos permitiendo el uso posterior de la información calculada y obtenida para análisis en cualquier otro software SIG.

2.4.6 Método de desarrollo de software

El desarrollo de aplicaciones es generalmente una de las claves para el éxito de un SIG (Maguire 1995). Una aplicación SIG frecuentemente contiene un alto volumen de interacciones de usuario, procesos multi-pasos, y múltiples maneras de hacer la misma tarea.

Dos errores son comúnmente cometidos durante el desarrollo de aplicaciones SIG.

El primero se refiere a la tendencia de agregar más elementos que no fueron especificados en los requerimientos originales.

Es segundo se refiere a la presentación de más requerimientos de los necesarios para el proyecto a desarrollar.

Los desarrolladores de aplicaciones SIG frecuentemente se basan en plataformas o librerías funcionales, tales como ArcGIS y ArcObjects. Trabajar con estas plataformas GIS proporciona una oportunidad única para desarrollar una aplicación robusta, aunque trabajar con en un entorno ArcGIS Desktop usando Visual Basic puede ser otra opción más simple rápida y económica.

El método de Rápido Desarrollo de Aplicaciones RAD (Rapid Application Development) fue presentado a la comunidad de desarrolladores de software en los 90s (Martin 1991).

Este método se ajusta a las necesidades del desarrollo de aplicaciones GIS especialmente para los pequeños y medianos proyectos que usualmente requieren un desarrollo acelerado y un horario de tiempo limitado.

2.4.6.1 Planeación del proyecto

A pesar que se usa un método de desarrollo acelerado debe estar ajustado a un horario limitado, la cuidadosa planeación en la fase inicial del proyecto es factor esencial para el éxito del proyecto.

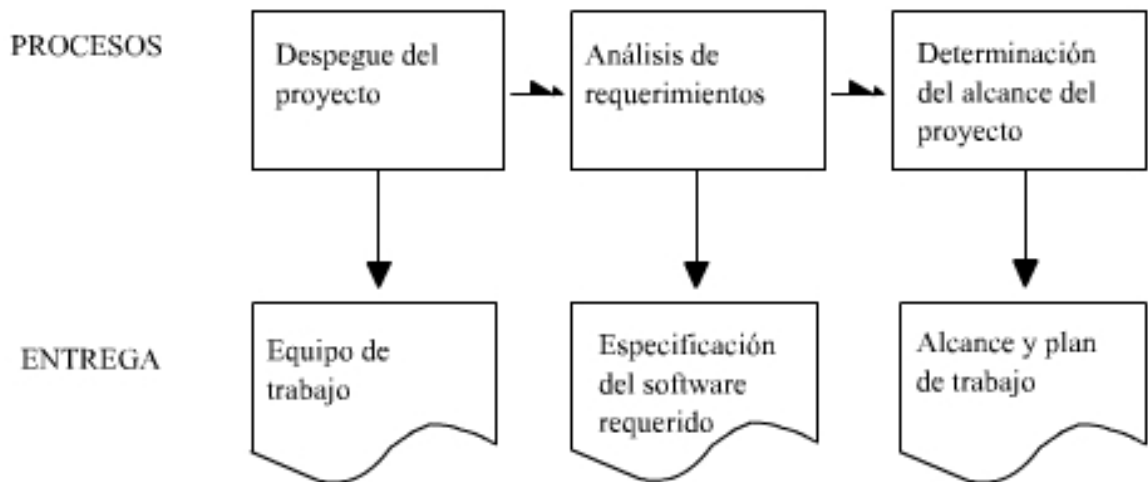


Figura 13. Diagrama de desarrollo del proyecto en la fase de planeacion

La despegue del proyecto el equipo de trabajo debe ser definido y las responsabilidades de cada uno de estos debe ser concertada. El equipo debe incluir los clientes usuarios del SIG.

En la recopilación de requerimientos siempre se deben preguntar al cliente tres cosas:

- ¿Que debe o necesita tener?
- ¿Qué desearía tener?
- ¿Qué no quiere tener?

Las especificaciones de los requerimientos debe documentar las necesidades en primera categoría como los requerimientos básicos en gran detalle, enlistar las necesidades en la segunda categoría como requerimientos opcionales y notar la tercera categoría como algo excluido.

Los la soluciones a requerimientos básicos serán llevados a cabo durante el proyecto mientras, los requerimientos opcionales serán considerados como parte de la funcionalidad del SIG. De hecho los usuarios usualmente tienen métodos alternativos de realizar el análisis SIG sin estas funciones definidas por los requerimientos opcionales.

La tercera pregunta puede parecer extraña, pero determinar que no necesita estar en el desarrollo puede ayudar definir el alcance del proyecto.

2.4.6.2 Diseño y construcción

La segunda fase del desarrollo de una aplicación SIG en una RAD es el diseño y construcción de la aplicación, normalmente, en el desarrollo rápido de una aplicación ambas partes, desarrolladores y usuarios trabajan juntos para determinar que es lo mejor para el sistema.

Este proceso de desarrolla en niveles, el nivel más alto de este proceso se muestra en la siguiente figura:

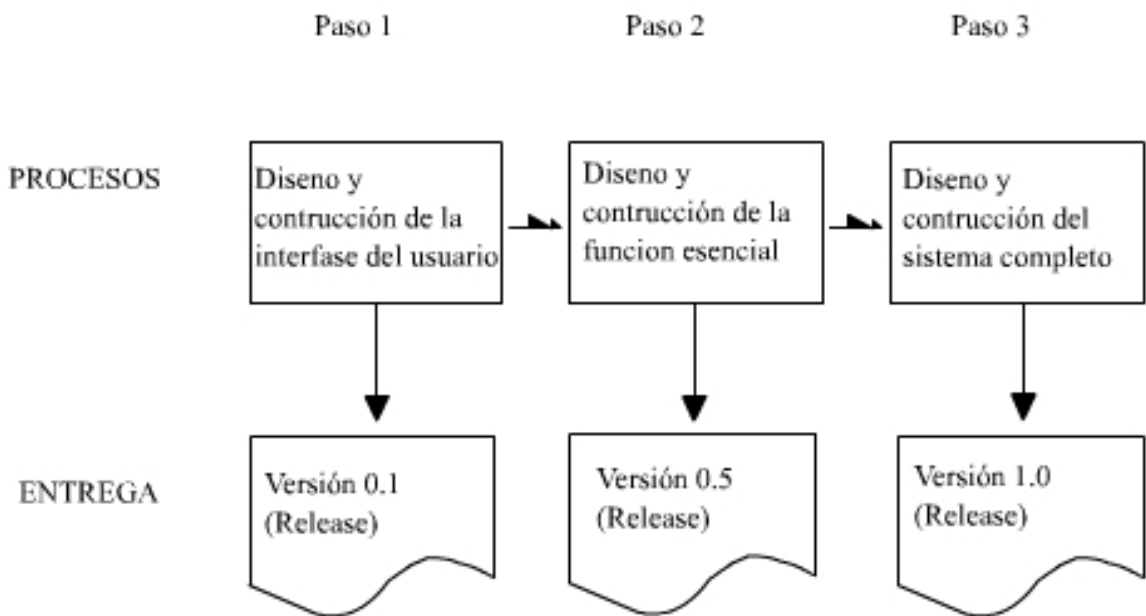


Figura 14. Diagrama de desarrollo del proyecto en la fase de diseño y construcción

El primero paso del diseño y construcción es el diseño y construcción de las interfaces SIG del usuario. La mayor flexibilidad de cambios son permitidos en este paso, unas pocas iteraciones pueden ser permitidas para el trabajo en conjunto de desarrolladores y usuarios. La entrega de un prototipo puede ser permitido para presentación ante el publico.

El segundo paso del diseño y construcción se encargara de la funcionalidad esencial del sistema la cual deberá incluir la base para satisfacer los requerimientos más básicos. El producto de este paso será la entrega del sistema con funciones esenciales.

El tercer paso del diseño y construcción es el paso final de la construcción del software. El sistema completo estará funcionando en este momento. Todos los sistemas para satisfacer los requerimientos básicos y algunos si no todos los requerimientos opcionales deberán estar listos.

2.4.6.2.1 Primer paso (diseño y construcción de la interfaz del usuario)

El proceso de diseño y construcción inicial de la interfaz del usuario es mostrado en la figura siguiente. Mientras los desarrolladores y clientes del SIG pueden colaborar unos con otros en el diseño y construcción de las interfaces del usuario, los desarrolladores pueden trabajar en procesos paralelos para estudiar y desarrollar el prototipo de las funciones centrales que no requieren la interacción del usuario. Al usuario en general no le interesa como los niveles bajos de funciones centrales están diseñados y programados.

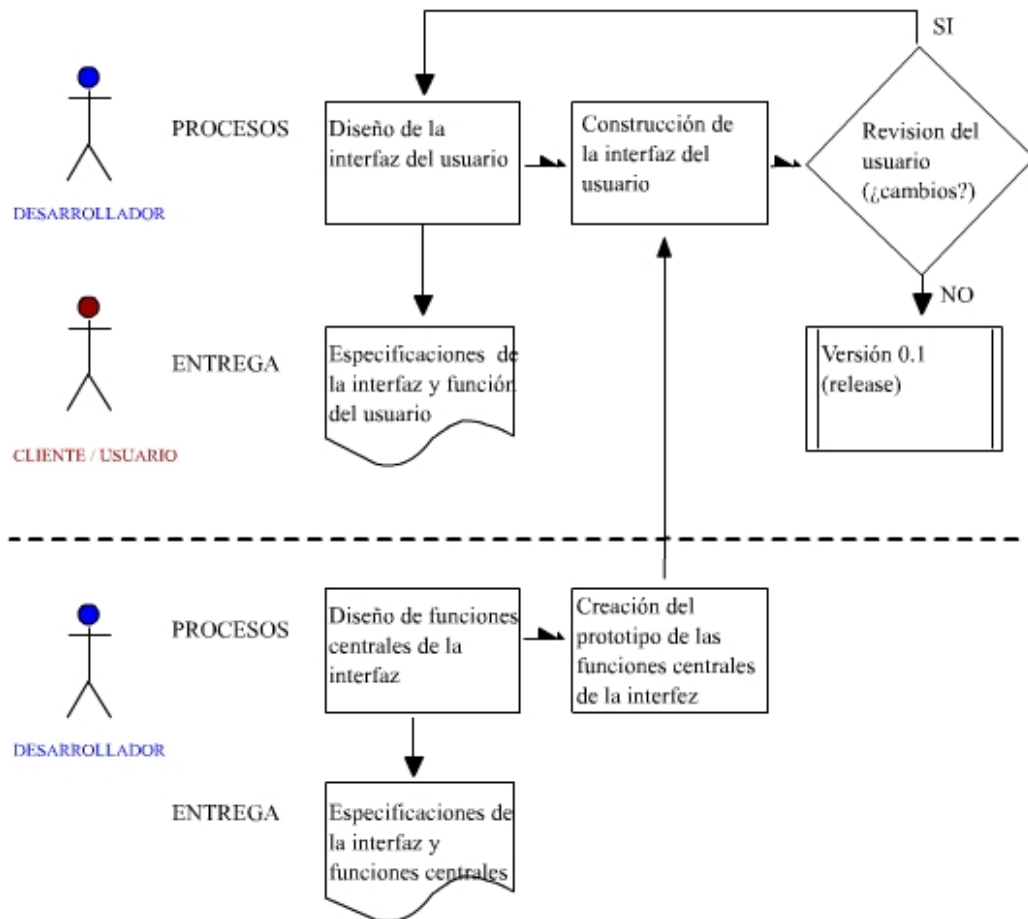


Figura 15. Diagrama del diseño y construcción de la interfaz del usuario

2.4.6.2 Segundo paso (diseño y construcción de la función esencial)

El proceso de diseño y construcción detallada de la función esencial es mostrado en la figura siguiente. Similar al diseño y construcción inicial de la interfaz del usuario, ambos desarrolladores y usuarios del SIG pueden trabajar juntos para elaborar las especificaciones de la función esencial de la aplicación. Entonces el desarrollador comenzara a desarrollar las funciones esenciales de la aplicación.

Las funciones esenciales construidas serán revisadas por los usuarios para aprobación.

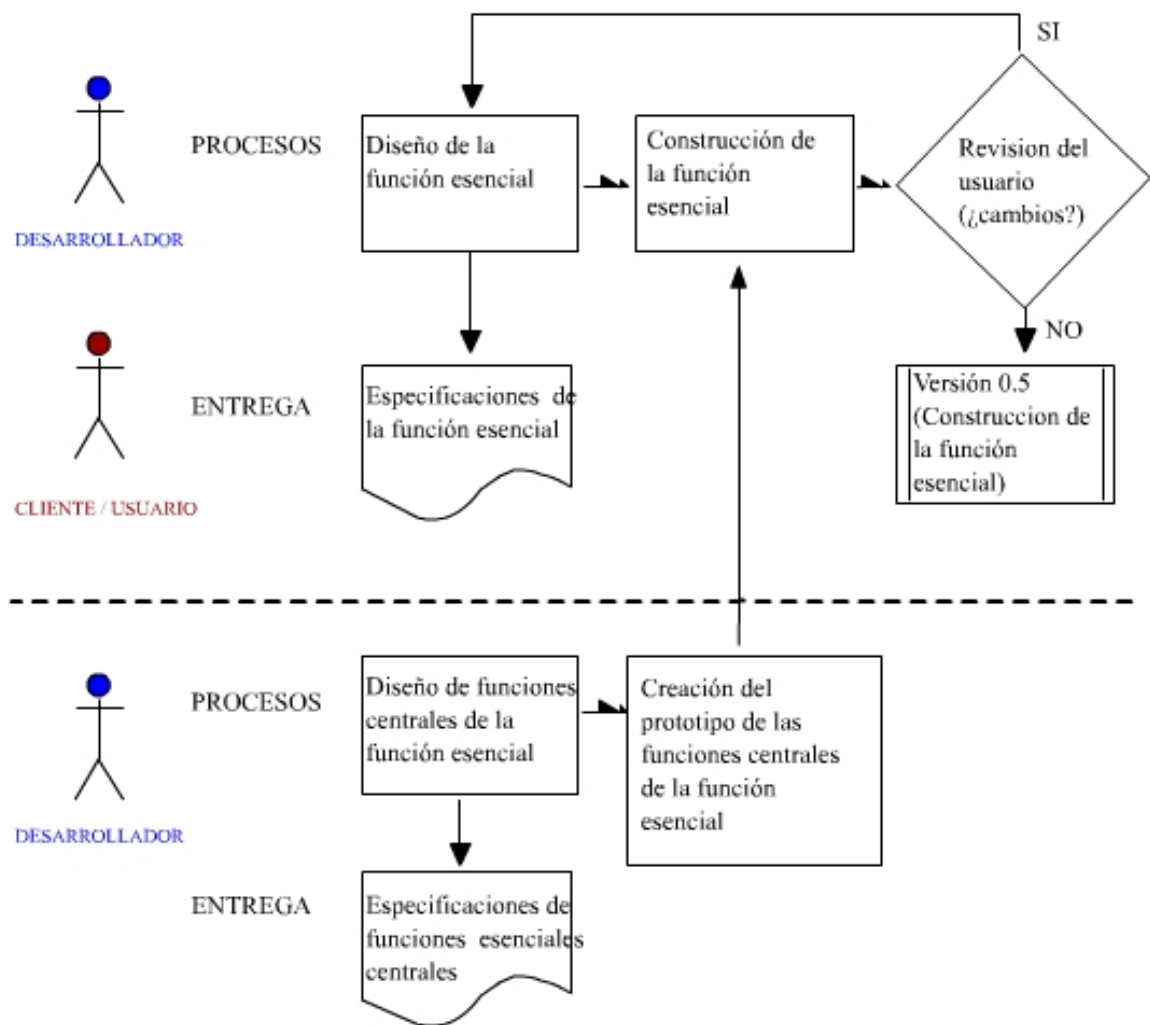


Figura 16. Diagrama del diseño y construcción de la función esencial

2.4.6.2.3 Tercer paso (diseño y construcción del sistema completo)

El proceso de diseño y construcción final del sistema se muestra en la figura siguiente. Todas las adiciones y funciones serán diseñadas y construidas en este paso.

Los desarrolladores y usuarios SIG trabajaran juntos para crear las especificaciones para las funciones adicionales requeridas por el sistema. Entonces, el desarrollador podrá comenzar a desarrollar estas funciones adicionales para finalizar la construcción del sistema completo.

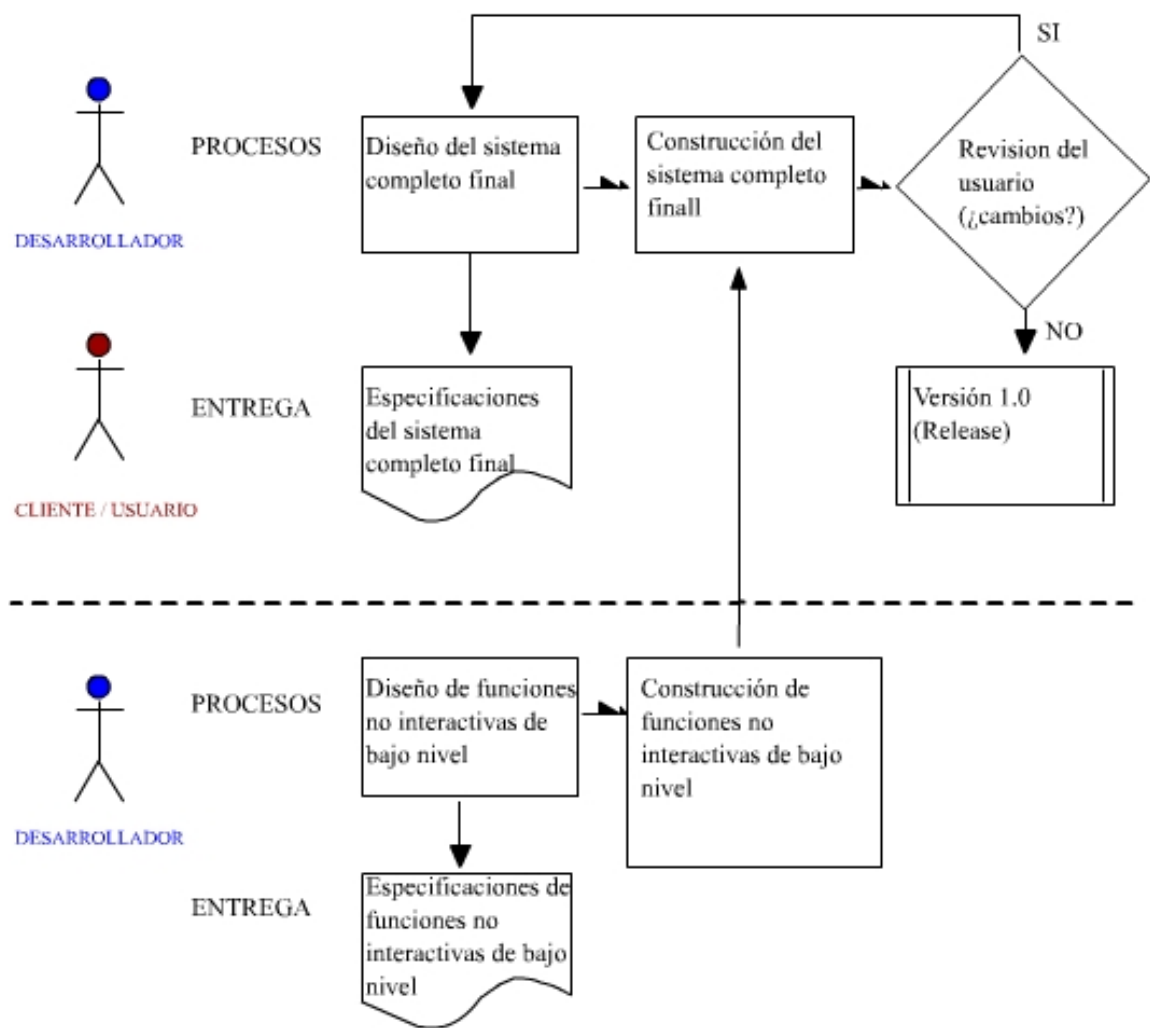


Figura 17. Diagrama del diseño y construcción del sistema completo

Clausura del proyecto

Luego de la entrega final de la aplicación se hará la clausura del proyecto. Todos los materiales del proyecto, incluidos los requerimientos y los documentos de diseño del software junto con las fuentes del código de programación y los objetos que poseen código deberán ser archivados.²⁹

²⁹ [A Highly Adaptive Rapid GIS Application Development Method Andrew Hu1] [online] Documento disponible en la web

3. METODOLOGIA

3.1 NECESIDADES DEL CLIENTE

3.1.1 Primordiales

La necesidad primordial del cliente es la de saber que tiene y cuanto tiene. Lo primero se soluciona buscando y recopilando la información de las cosas que se tienen, es decir de todos los elementos de la red de alcantarillado, los segundo es averiguando cuanto vale cada elemento de esta red.

Otra necesidad muy importante es la verificación de estos datos, lo cual es de la incumbencia de ambas partes ente avaluado y ente evaluador

3.1.2 Secundarias

Estas necesidades son las relacionadas a la forma de obtener el objetivo el cual es dictado por las necesidades primordiales:

Para deducir el método de obtención de datos e información es necesario conocer de donde o en donde encontrarlos:

Si es de una base de datos existente se debe ver que información de esta se puede utilizar y transformar esta base de datos a una adecuada para el proceso de avalúo. Por supuesto debemos cerciorarnos que los datos de esta se encuentren debidamente georeferenciados para generar el modelo. Como sabemos que los elementos a usar en el SIG serán puntos y líneas debemos diseñar la aplicación para que los genere directamente desde la base de datos.

Si la información se encuentra en medio físico se pueden proponer dos formas para la captura de esta:

Capturando la información de la red de una base de datos fuente y luego generando el modelo de esta.

Por medio de la digitalización sobre un modelo del lugar donde se ubica la red localizar los pozos y llenar el formulario con los datos de este. Luego de forma manual indicar sobre el modelo el pozo inicial y el final para generar el tramo y llenar el formulario de este.

Otra necesidad secundaria es la relacionada al conocimiento del método utilizado para el avalúo, esta cubre desde la necesidad del conocimiento del valor de los ítems usado por el evaluador hasta las formulas usadas para el calculo del avalúo.

Dentro de la necesidad anterior se plantea la posibilidad de mostrar un formulario para la obtención de los precios unitarios de materiales y cantidades de obra de la red acorde a lo que vienen manejando los proyectos de alcantarillado presentados a la CDMB.

Como último se hace necesaria una forma de presentar los resultados del avalúo y de facilitar herramientas de consulta de la información involucrada.

3.1.3 Lo que no se quiere o no se necesita

El análisis hidráulico de la red no es necesario para la obtención del objetivo principal del proyecto.

Se debe tener cuidado al escoger los datos que se cuantificaran y evaluaran en este proyecto, pues de esto depende el acercamiento al valor real final de la red. La exclusión de datos podría llevar a un decremento del valor obtenido y la inclusión de datos irrelevantes implicaría más inversión de tiempo para el avalúo sin incrementar la precisión del avalúo de manera importante.

3.2 ESPECIFICACION DEL SISTEMA

Desde el punto de vista de la información la aplicación tendrá los siguientes módulos, que pondrán transformarse a su vez en los menús a través de los cuales el usuario accederá a la información.

Temática general	Sub - temas
Precios unitarios	Precios unitarios de los materiales de pozos Precios unitarios de los materiales de tramos
Inventario de infraestructura de alcantarillado	Pozos Tramos
Cantidades de obra	Excavaciones Rellenos Materiales
Información Complementaria Municipal	División Política (solo municipal) Hidrografía Plano General Urbano (el de usuarios)

	Vias (con nomenclatura) Paramentos Barrios
--	--

Tabla 5. Temas del sistema

Usuarios

El software incluye funcionalidades para tres actores:

- Usuario general
- Avaluador
- Ente avaluado

Usuario general

Representa a la persona que está interesada en consultar la información disponible en la aplicación, tanto gráfica como alfanumérica.

Avaluador

Tendrá acceso a todas las funcionalidades del usuario, pero además podrá hacer nuevos registros en todas las bases de datos y salvarlos.

Ente avaluado

Tendrá acceso a todas las funcionalidades del usuario, pero además podrá hacer nuevos registros en las bases de datos relacionadas al Inventario de infraestructura del alcantarillado y salvarlos.

3.2.1 Requisitos no funcionales

3.2.1.1 Requisitos de hardware

La aplicación fue concebida como una herramienta de instalación y manipulación local, con requisitos mínimos de hardware y software, dada las condiciones financieras y administrativas.

La aplicación requiere para su correcto funcionamiento de un computador personal con las siguientes especificaciones mínimas:

- Pentium de 1.2 Ghz
- Memória RAM de 256 Mb
- Disco duro de 10 Gb.
- Monitor SVGA 15", resolución 1024 x 768
- tarjeta de video de 16 Mb

3.2.1.2 Requisitos de software

Para el funcionamiento de la aplicación se requiere que el computador cumpla con los siguientes requisitos de software:

Sistema operativo: Windows XP

3.3 Especificación de requerimientos

Se trabaja 4 etapas, las funciones básicas de visor, la consulta predefinida, los métodos de ingreso de datos y el cálculo del avalúo.

Para definir los requerimientos se tomó como base la metodología usada por la CDMB en los proyectos de alcantarillado y su digitalización en el SIG que ellos manejan, esta metodología define los atributos de cada ítem y los procedimientos que permiten identificar caracterizar y localizar cada uno de estos para luego proceder a su avalúo.

3.3.1 Consideraciones generales

Este software fue diseñado aprovechando la necesidad de la CDMB, aunque fue pensado para su uso genérico en cualquier red de alcantarillado.

No se consideraron opciones de impresión y exportación de mapas, pero al generar el archivo shape se permite la visualización de la información en programas como ArcView donde si se encuentran estas opciones.

3.3.2 Requerimientos de funciones básicas del visor

Según los interesados (usuarios) las funcionalidades de un buen visor son:

Acercar
Acercar un área definida
Acercar al shape
Acercamiento anterior
Alejar
Seleccionar objetos (vectoriales)
Panorámica
Ver atributos o botón de consulta
Abrir archivo
Adicionar layer o tema
Remover layer o tema
Visor de labels o etiquetas

3.3.3 Requerimientos de consulta predefinida

1. Consulta de la información de infraestructura de pozo (información total de c/u)
2. Consulta de la información de infraestructura de tramo (información total de c/u)
3. Consulta de la información de cantidades de obra de pozo (información total de c/u)
4. Consulta de la información cantidades de obra de tramo (información total de c/u)
5. Consulta de los precios unitarios usados para el calculo del avalúo
6. Consulta de la cantidad de pozos, precio promedio, y valor total de todos los pozos
7. Consulta del precio de cada pozo
8. Consulta de la cantidad de tramos, y valor total de todos los tramos
9. Consulta del precio de cada tramo

3.3.4 Requerimientos de la función de cálculo del avalúo

Además de la función del visor y consulta de datos la función de calculo del avalúo es la que hace este software SIG un software especializado.

Aparte del ingreso y consulta de la información concerniente a la infraestructura de la red se hace necesario un método de ingreso y consulta de la información concerniente al los datos técnicos del avalúo de la red. Como se trato en el capitulo 2 el método mas apropiado para el avalúo de una red de alcantarillado es el método de reposición. Por lo anterior se hace necesario identificar los ítems o elementos a cuantificar y valorar investigando su precio actual en el mercado.

Se debe programar la obtención de los datos de la infraestructura de la red y el calculo del precio de estos de acuerdo a los precios unitarios ingresados al software para obtener el valor el valor actual de la construcción de los elementos y calcular su depreciación según su relación (edad/vida útil) como se explica en el capitulo 2.

En los anexos se presentan los elementos y precios unitarios utilizados por el software. Los elementos fueron escogidos por ser los más generalizados y utilizados para cuantificar las cantidades de obra en la construcción de una red de alcantarillado. Los precios unitarios fueron obtenidos de valores sugeridos por la CDMB, aunque pueden ser actualizados por el usuario.

3.4 DESARROLLO DEL SOFTWARE

3.4.1 Modelo conceptual

A continuación se mostrara el modelo conceptual de la herramienta utilizando el modelo entidad relación.

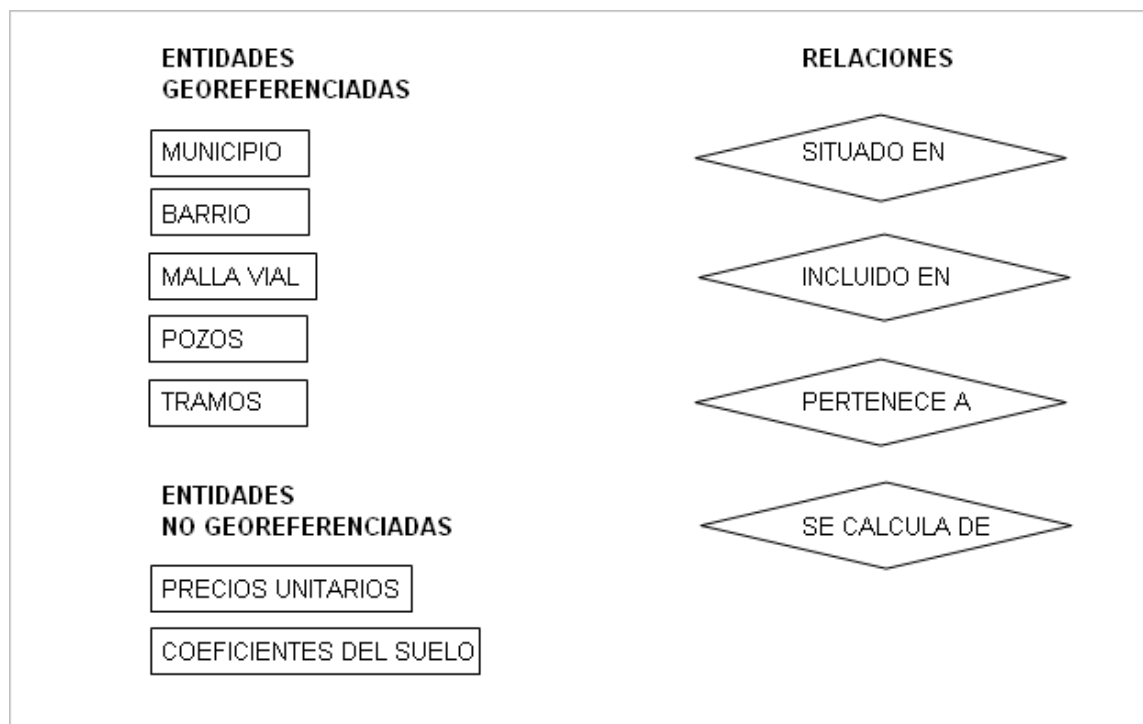


Figura 18. Entidades y relaciones usadas en el sistema

ENTIDAD		ATRIBUTOS DE INFRAESTRUCTURAS
POZOS	—●	CODIGO
	—○	NOMENCLATURA
	—○	TIPO RAZANTE
	—○	COTA RAZANTE
	—○	DIAMETRO POZO
	—○	PROFUNDIDAD
	—○	COTA FONDO
	—○	FORMA
	—○	ANCHO
	—○	LARGO
	—○	TIPO ALCANTARILLADO
	—○	ESTADO
	—○	VIDA UTIL
TRAMOS	—●	CODIGO
	—○	NOMBRE
	—○	TIPO RAZANTE
	—○	COTA BATEA INICIAL
	—○	COTA BATEA FINAL
	—○	RAZANTE INICIAL
	—○	RAZANTE FINAL
	—○	LONGITUD
	—○	MATERIAL
	—○	MEDIDA
	—○	UNIDAD
	—○	PENDIENTE
	—○	CODIGO POZO INICIAL
	—○	CODIGO POZO FINAL
	—○	FORMA
	—○	ANCHO
	—○	ALTO
	—○	TIPO ALCANTARILLADO
—○	TRAMO INICIAL	
—○	ESTADO	
—○	VIDA UTIL	

Figura 19. Atributos de infraestructura usados por las entidades

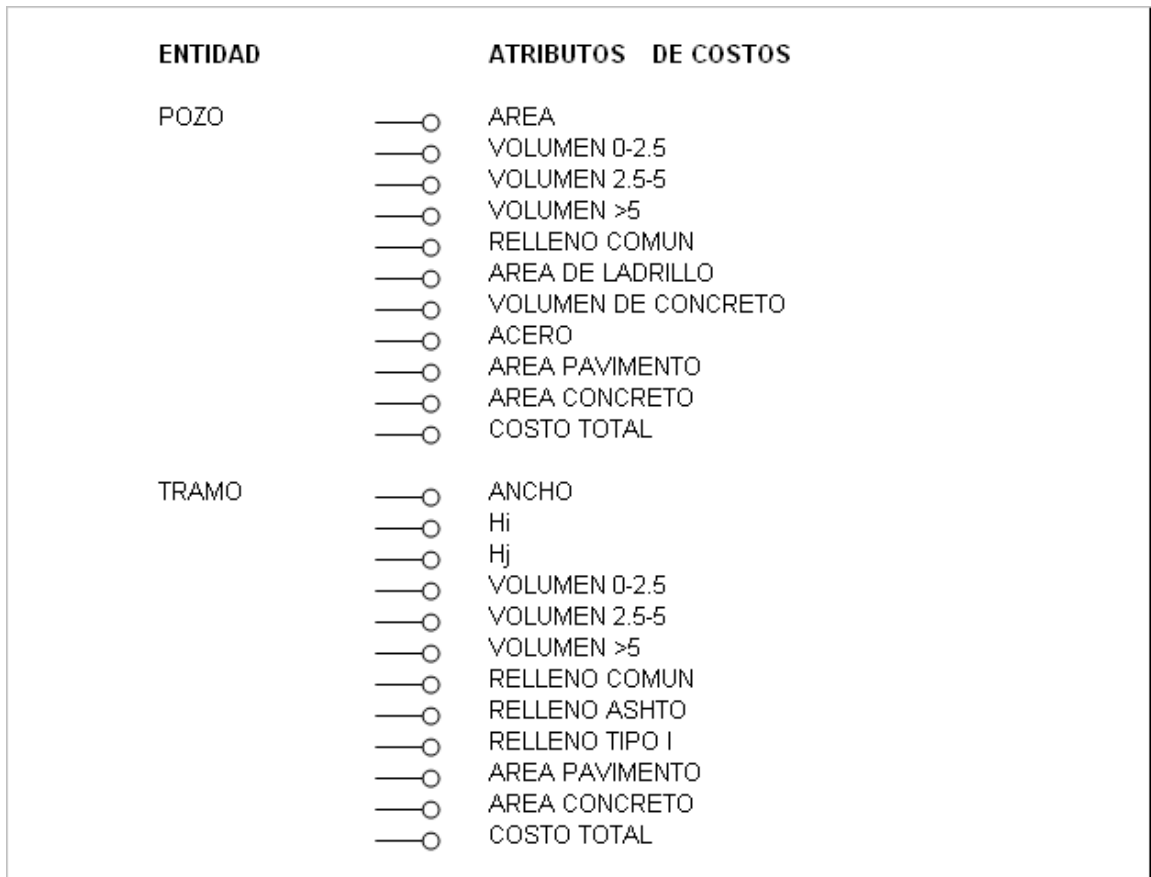


Figura 20. Atributos de cantidades de obra y costos de las entidades

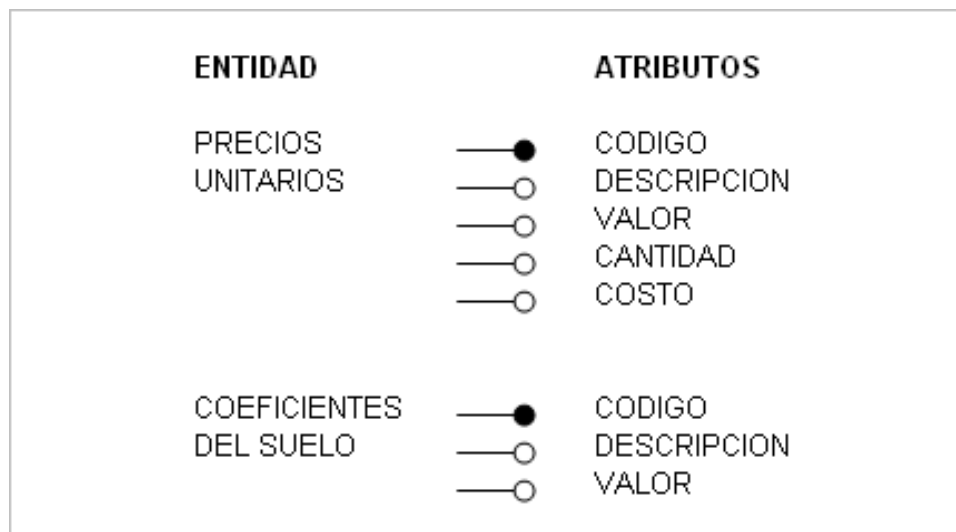


Figura 21. Atributos de características del suelo y precios unitarios

Diagrama del modelo conceptual

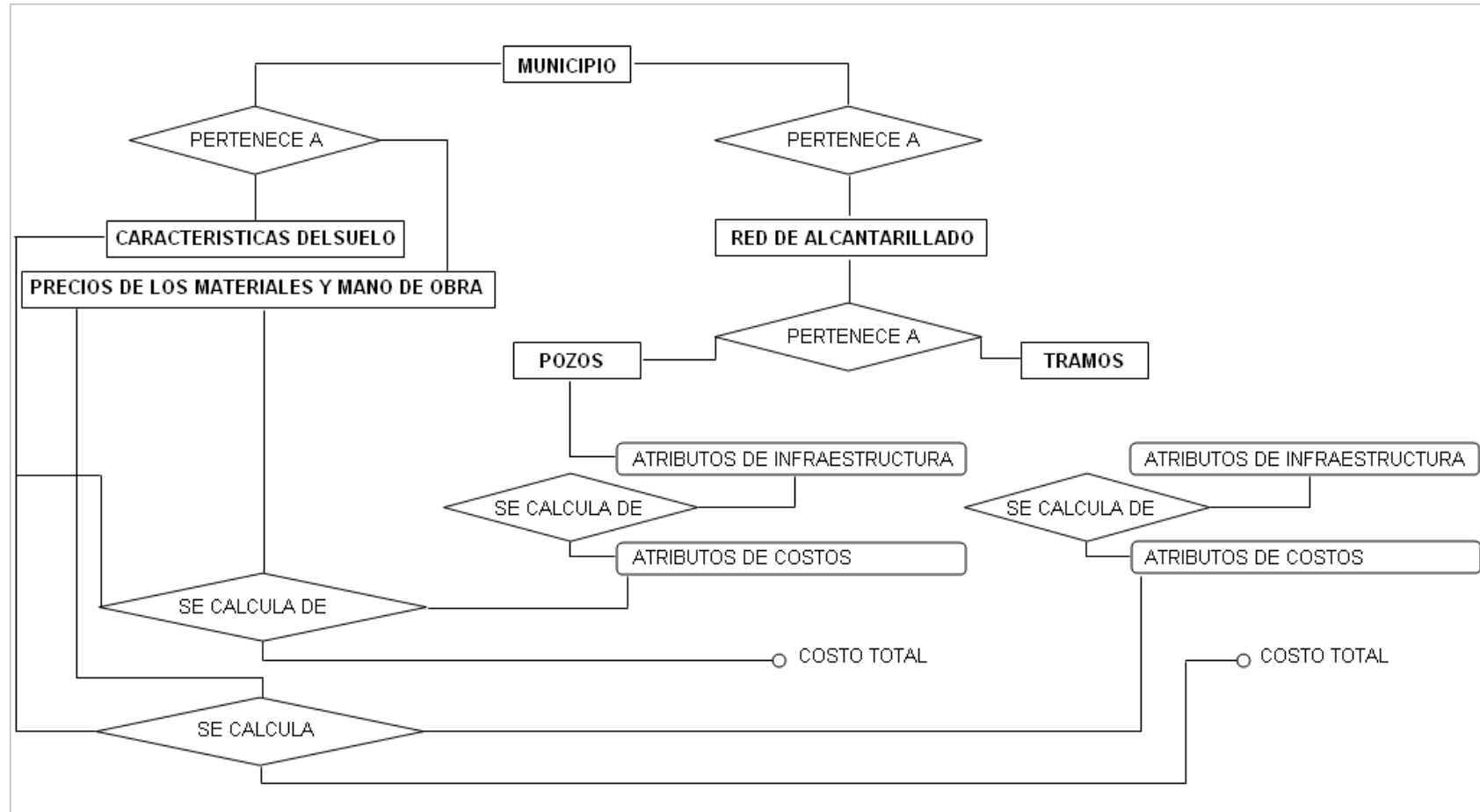


Figura 22. Diagrama del modelo conceptual del sistema

3.4.2 Modelo lógico

CAMPO	TIPO	ANCHO	DECIMAL	INDICE	NULL
codigo_poz	Carácter	50		key	no
nomencla_p	Carácter	50			no
via_poz	Carácter	50			no
cotarasa_p	Numerico	10	2		no
diampi_poz	Numerico	10	2		no
profundi_p	Numerico	10	2		no
cotafond_p	Numerico	10	2		no
coordx_poz	Numerico	12	4		no
coordy_poz	Numerico	12	4		no
forma_poz	Carácter	50			no
ancho_poz	Numerico	10			no
largo_poz	Numerico	10	2		no
tipalc_poz	Carácter	50			no
estado_poz	Carácter	50			no
porcvida_p	Numerico	10	0		no

CAMPO	DESCRIPCION
codigo_poz	Codigo unico otorgado como clave para identificacion del pozo
nomencla_p	Nomenclatura de acuerdo a la CDMB para localizacion de acuerdo a la maya vial
via_poz	Tipo de rasante, la cual puede ser peatonal o vial
cotarasa_p	Cota rasante del pozo
diampi_poz	Diametro del pozo, en caso que sea de forma circular
profundi_p	Altura del pozo medida desde la batea mas baja hasta la cota rasante
cotafond_p	La cota batea mas baja
coordx_poz	Coordenada X del pozo
coordy_poz	Coordenada Y del pozo
forma_poz	Forma del pozo, la cual puede ser circular o cuadrada
ancho_poz	Ancho del pozo en caso que sea de forma cuadrada
largo_poz	Largo del pozo en caso que sea de forma cuadrada
tipalc_poz	Tipo de alcantarillado, el cual puede ser combinado, sanitario o pluvial
estado_poz	Estado de conservacion del pozo según Fitto y Corvini
porcvida_p	Relacion años de vida / vida útil

Figura 23. Descripción de la base de datos de atributos de infraestructura de la entidad pozos

CAMPO	TIPO	ANCHO	DECIMAL	INDICE	NULL
codigo_poz	Carácter	50		key	no
area	Numerico	10	2		no
vol_025	Numerico	10	2		no
vol_255	Numerico	10	2		no
vol_5	Numerico	10	2		no
relleno	Numerico	10	2		no
cirare_la	Numerico	10	2		no
cirvol_con	Numerico	10	2		no
recare_la	Numerico	10	2		no
recvol_con	Numerico	10	2		no
basetap_co	Numerico	10	2		no
acero	Numerico	10	2		no
area_pav	Numerico	10	2		no
area_con	Numerico	10	2		no
cost_tot	Numerico	20	2		no

CAMPO	DESCRIPCION
codigo_poz	Codigo unico otorgado como clave para identificacion del pozo
area	Area del suelo que sera usada para construir el pozo que depende del diametro del pozo
vol_025	Volumen de suelo a remover a una profundidad menor a 2.5 metros
vol_255	Volumen de suelo a remover a una profundidad entre 0 y 2.5 metros
vol_5	Volumen de suelo a remover a una profundidad mayor a 5 metros
relleno	Volumen de relleno comun usado
cirare_la	Area perimetral del pozo en caso que este sea circular
cirvol_con	Volumen de concreto del pozo en caso que este sea circular
recare_la	Area perimetral del pozo en caso que este sea rectangular
recvol_con	Volumen de concreto en caso que este sea rectangular
basetap_co	Volumen de concreto de la base y de la tapa
acero	Peso del acero utilizado por cada pozo
area_pav	Dato igual al campo area en caso que la rasante sea de tipo vial
area_con	Dato igual al campo area en caso que la rasante sea de tipo peatonal
cost_tot	Costo total del pozo

Figura 24. Descripción de la base de datos de atributos de costos de la entidad de pozos

CAMPO	TIPO	ANCHO	DECIMAL	INDICE	NULL
codigo_tra	Carácter	50		key	no
nombre_tra	Carácter	50			no
cotafin_t	Numerico	10	2		no
cotaini_t	Numerico	10	2		no
razini_t	Numerico	10	2		no
razfin_tr	Numerico	10	2		no
longitud_t	Numerico	10	2		no
material_t	Carácter	50			no
medida_tra	Numerico	10	2		no
unidad	Carácter	50			no
pendient_t	Numerico	10	2		no
codpozor_t	Carácter	50			no
codpozde_t	Carácter	50			no
forma_tra	Carácter	50			no
ancho_tra	Numerico	10	2		no
alto_tra	Numerico	10	2		no
tipoalc_t	Carácter	50			no
suelo_tra	Carácter	50			no
inicial_t	Carácter	50			no
estado_tra	Carácter	50			no
porcvda_t	Numerico	10	0		no

Figura 25. Descripción de la base de datos de atributos de infraestructura de la entidad tramos

CAMPO	DESCRIPCION
codigo_tra	Codigo unico otorgado como clave para identificacion del tramo
nombre_tra	Nomenclatura del pozo inicial y el final de acuerdo a la CDMB
cotafin_t	Cota batea del pozo final del tramo
cotaini_t	Cota batea del pozo inicial del tramo
razini_t	rasante del pozo inicial del tramo
razfin_tr	rasante del pozo final del tramo
longitud_t	Longitud efectiva del tramo, es la longitud medida horizontalmente del tramo
material_t	Material usado para el tramo del colector
medida_tra	Diametro del tramo en caso que sea circular
unidad	Unidad en que se mide el diametro
pendient_t	Pendiente del tramo expresada en porcentaje
codpozor_t	Codigo del pozo inicial
codpozde_t	Codigo del pozo final
forma_tra	Forma del tramo, la cual puede ser circular o boveda
ancho_tra	Ancho del tramo en caso que sea boveda
alto_tra	Alto del tramo en caso que sea boveda
tipoalc_t	Tipo alcantarillado, el cual puede ser combinado, sanitario o pluvial
suelo_tra	Tipo de rasante, la cual puede ser peatonal o vial
inicial_t	Muestra si es un tramo inicial o no
estado_tra	Estado de conservacion del pozo según Fitto y Corvini
porcvida_t	Relacion años de vida / vida útil

Figura 26. Descripción de la base de datos de atributos de infraestructura de la entidad tramos

CAMPO	TIPO	ANCHO	DECIMAL	INDICE	NULL
codigo_tra	Carácter	50		key	no
b	Numerico	10	2		no
hi	Numerico	10	2		no
hj	Numerico	10	2		no
h_max	Numerico	10	2		no
h_min	Numerico	10	2		no
vol_5	Numerico	20	2		no
vol_255	Numerico	20	2		no
vol_025	Numerico	20	2		no
rellen_ash	Numerico	20	2		no
rellen_tip	Numerico	20	2		no
relleno_co	Numerico	20	2		no
area_pav	Numerico	20	2		no
area_con	Numerico	20	2		no
cost_tot	Numerico	20	2		no

CAMPO	DESCRIPCION
codigo_tra	Codigo unico otorgado como clave para identificacion del tramo
b	Ancho del tramo el cual depende de la medida de este
hi	Diferencia entre la cota batea inicial y la cota rasante inicial
hj	Diferencia entre la cota batea final y la cota rasante final
h_max	El numero maximo comparado entr hj y hi
h_min	El numero minimo comparado entr hj y hi
vol_5	Volumen de suelo a remover a una profundidad mayor a 5 metros
vol_255	Volumen de suelo a remover a una profundidad entre 0 y 2.5 metros
vol_025	Volumen de suelo a remover a una profundidad menor a 2.5 metros
rellen_ash	Volumen de relleno tipo ashto usado
rellen_tip	Volumen de relleno tipo 1 usado
relleno_co	Volumen de relleno comun usado
area_pav	Area igual al ancho del tramo por el largo en caso que la rasante sea de tipo vial
area_con	Area igual al ancho del tramo por el largo en caso que la rasante sea de tipo peatonal
cost_tot	Costo total del tramo

Figura 27. Descripción de la base de datos de atributos de costos de la entidad de tramos

CAMPO	TIPO	ANCHO	DECIMAL	INDICE	NULL
codigo	Carácter	50		key	no
items	Carácter	254			no
unidades	Carácter	10			no
valores	Numerico	20	5		
cantidad	Numerico	20	5		
costo	Numerico	20	5		

CAMPO	DESCRIPCION
codigo	Codigo unico de los items
items	Descripcion de cada item
unidades	Unidad del valor del item
valores	Valor unitario del item
cantidad	Cantidad del item usado en total por la red
costo	Resultado de la multiplicacion del valor unitario del item por la cantidad de este

Figura 28. Descripción de la base de datos de atributos de la entidad precios unitarios

CAMPO	TIPO	ANCHO	DECIMAL	INDICE	NULL
codigo	Carácter	50		key	no
descripcion	Carácter	100			
valor	Numerico	10	0		

CAMPO	DESCRIPCION
codigo	Codigo unico de las características de los suelos
descripcion	Descripcion de cada característica
valor	Valor porcentual del tipo del suelo presente

Figura 29. Descripción de la base de datos de atributos de la entidad de suelos

3.4.3 Elaboración y codificación

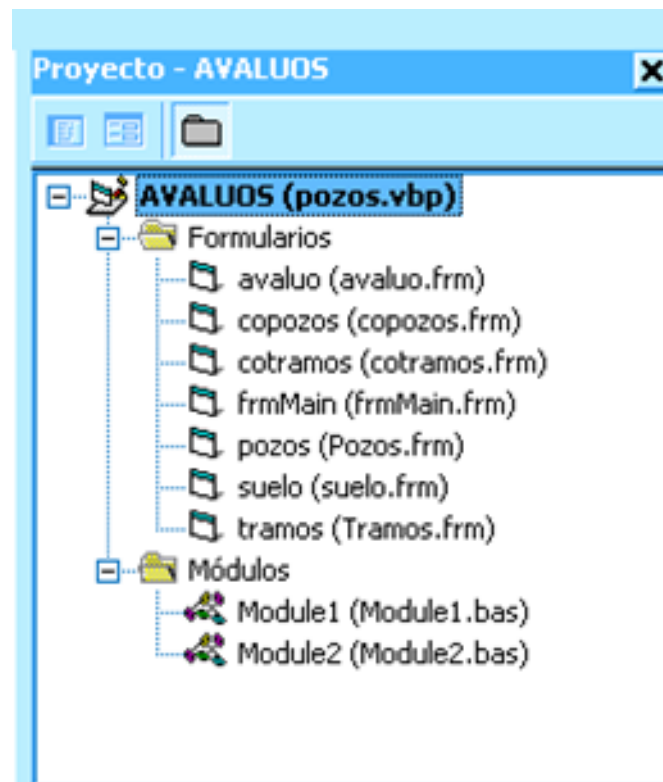


Figura 30. Formularios y módulos usados en el proyecto

Luego de conocer los requerimientos, y los modelos conceptual y lógico y de determinar el lenguaje de programación y los demás elementos necesarios para materializar el modelo físico.

Se utilizaron 2 módulos donde se codificó el enlace a las bases de datos usadas y se programó la función de obtención de información de las bases de datos fuentes de pozos y tramos y la creación de los shapes de puntos y líneas de pozos y tramos.

También se utilizaron 7 formularios.

Formulario principal
Formulario de pozos
Formulario de tramos

Formulario de características del suelo
Precios unitarios de ítems de pozos
Precios unitarios de ítems de tramos
Formulario de resultado de avalúo

El programa fue presentado a la corporación y las sugerencias fueron anexadas a las recomendaciones de este proyecto.

Varias compilaciones fueron hechas para probar el software y depurar errores los cuales eran primordialmente provocados por las funciones de llamada de datos a las bases de datos.

4. DESCRIPCION DEL SOFTWARE DESARROLLADO

4.1 GENERALIDADES

4.1.1 Instalación

Este software es de licencia libre como los componentes que se usaron para su desarrollo. Para su funcionamiento requiere de los siguientes componentes:



Figura 31. Componentes usados por la aplicación

Aplicación: superavaluatron.exe

Carpetas fuentes: Datos y DB

Carpetas de salida de datos: Shapes Infraestructura y Shapes Costos

Los instaladores proporcionan estos componentes más dos componentes ocultos necesarios para el funcionamiento de la aplicación.

Las carpetas fuentes contienen las bases de datos fuentes para la creación de los shapes de infraestructura y de costos para el avalúo.

Las carpetas de salida de datos están predeterminadas para guardar los temas correspondientes a la infraestructura y costos de la red. Estas carpetas estarán vacías al momento de la instalación.

Por ningún motivo el nombre de estas carpetas debe ser modificado, para evitar errores en la consulta y manejo de datos de la aplicación.

4.1.2 Componentes

El programa contiene 7 formularios para interactuar con el usuario cada uno de estos contiene el código necesario para cargar las bases de datos necesarias y manejar los diferentes objetos utilizados por el software.

Contiene cuatro bases de datos fuentes que contienen la información para la creación de los shapes y el cálculo de los costos.

El programa crea 4 archivos shape, 2 correspondientes a la infraestructura de la red y 2 correspondientes a cantidades de obra y costos.

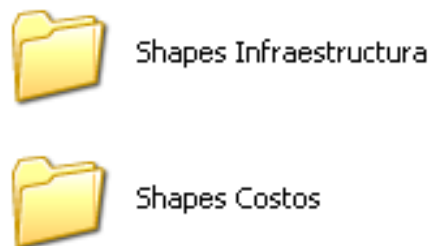


Figura 32. Carpetas de temas de infraestructura y costos

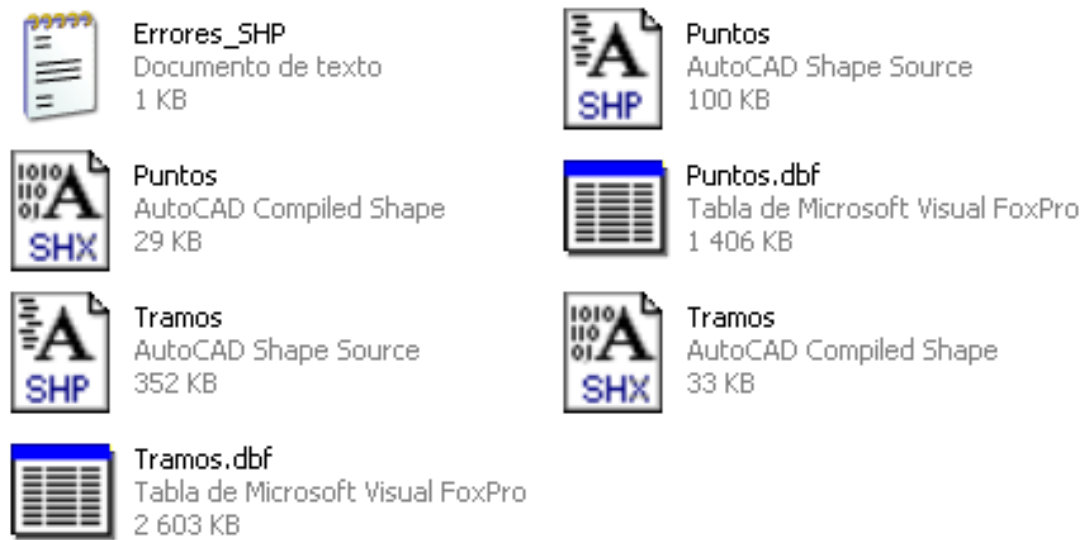


Figura 33. Temas de pozos y tramos

4.2 MODULO DE INTERFAZ GRAFICA DEL USUARIO

La interfaz grafica del usuario es el formulario principal y se accede a el una vez el usuario abre la aplicación.

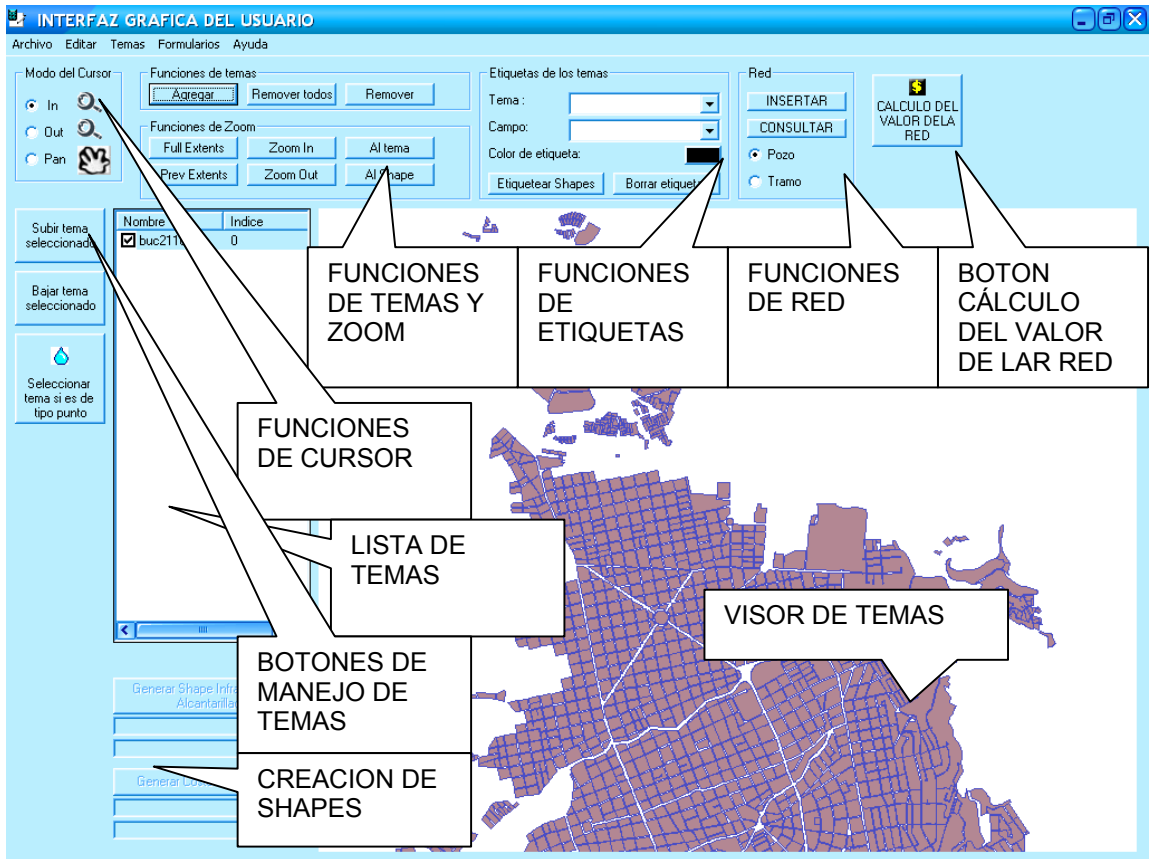


Figura 34. Interfaz grafica del usuario

El formulario principal facilita la visualización de los mapas, consulta e ingreso de nuevas estructuras a la base de datos.

Posee las herramientas básicas para el manejo de temas en archivos shape además de las funciones y formularios usados para efectuar el avalúo.

Modo del cursor

El marco de modo del cursor permite utilizar el cursor para hacer acercamientos, alejarse en el tema y moverlo. El modo selección se maneja con el botón consulta

del marco de funciones de red, pero solo sirve para consultar los atributos de los temas relacionados con la red.



Figura 35. Modos del cursor

Funciones de tema y de zoom

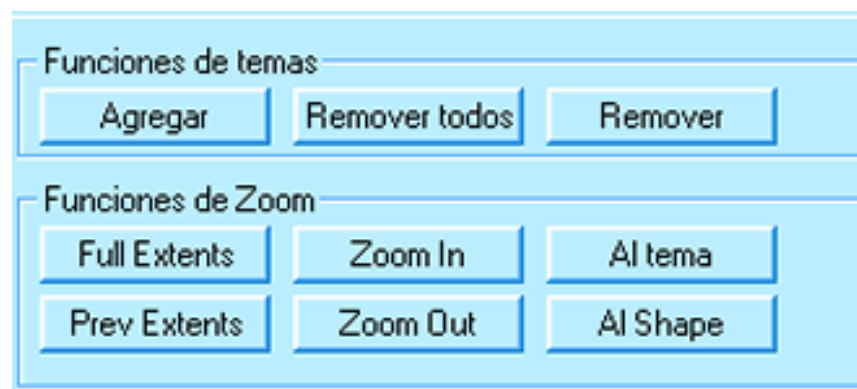


Figura 36. Funciones de temas y zoom

Las funciones de temas permiten agregar y remover temas en formatos shape. De esta forma se agregan los shapes de pozos y tramos correspondientes a la red además de todos los demás necesarios para la ubicación geográfica del alcantarillado.

Las funciones de zoom se activan al oprimir los botones.

Full Extents :	permite ver la totalidad de los temas dentro del visor de temas
Prev Extns:	permite ver el zoom anterior
Zoom In:	acerca al tema
Zoom Out:	aleja del tema
Al tema:	hace un full extents al tema que se encuentre seleccionado
Al Shape:	consulta el índice del shape y hace el zoom a este

Funciones de etiquetas

Las funciones de etiquetas nos facilitan la identificación de los elementos de los temas y son de gran ayuda para la ubicación de los elementos de la red.

Primero se selecciona el tema del que se quiere consultar el campo, luego se selecciona el campo o atributo que quiere mostrar en la etiqueta y luego se hace clic sobre el botón Etiquetar Shapes para que se muestren en el visor de mapas.

Si se quiere cambiar el color de la etiqueta se usa el botón ubicado a la derecha del texto Color de etiqueta.

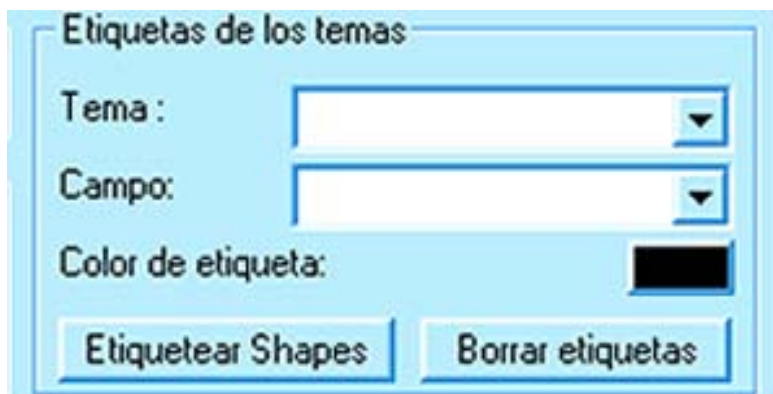


Figura 37. Funciones de etiquetas

Funciones de red



Figura 38. Funciones de red

Con estas funciones se hace posible la consulta y el ingreso de datos a las entidades que forman parte de la red.

El programa permite trabajar en modo consulta y modo de inserción de datos. Por medio de los botones dentro del marco RED se puede trabajar en estos modos.

Para consultar un pozo o un tramo debemos cerciorarnos que el respectivo shape se encuentre seleccionado en la lista de shapes que se han abierto y que el check box del elemento a consultar este seleccionado. Entonces se procede a oprimir el boto CONSULTAR y luego se hace clic sobre el elemento específico.

Para insertar un nuevo pozo no hace falta que el shape de pozos este seleccionado en la lista de temas abiertos, pues la ruta de l shape esta programada internamente. Luego de oprimir el botón INSERTAR estando el check box de Pozo activo procedemos a hacer clic en el visor de temas en el lugar donde queremos ubicar el pozo. Al hacer esto se abre el formulario de pozos en modo de insertar datos para que este sea llenado.

Para insertar un nuevo tramo es necesario que el shape de pozos este seleccionado en la lista de temas abiertos pues aunque la ruta de shape de tramos esta programada internamente la inserción del tramo se hace por medio de consultas de información del pozo inicial y el pozo final. Es decir que luego que se oprime el botón INSERTAR estando el check box de Tramo activo debemos hacer clic en el pozo inicial del tramo para que se abra el formulario de tramos, luego hacemos clic en el pozo final e insertamos los datos.

La información nueva que sea insertada en los shapes ira a las carpetas de SHAPES DE INFRAESTRUCTURA y SHPES DE COSTOS las mismas capetas y

los mismos shapes que se crean con los botones de CREAR SHAPES. Esto quiere decir que si estos botones son oprimidos y estos shapes no se cambian de carpeta estos serán reescritos con la información de las bases de datos fuentes las cuales no guardan la información nueva ingresada por el programa y esta información se pierde.

Para que esto no ocurra se recomienda crear una carpeta nueva llamada SHAPES DEFINITIVOS para guardar los shapes que se han terminado.



Figura 39. Carpeta para guardar los temas definitivos

Creación de shapes

Este software tiene dos formas de insertar información a los shapes, la primera es por medio del botón INSERTAR en el marco de funciones de red. La otra es por medio de los botones de creación de shapes los cuales se encuentran por defecto inhabilitados.

Para habilitarlos debemos ir al menú editar y escoger las opciones Generar Shape de Infraestructura y Generar Shape de Costos

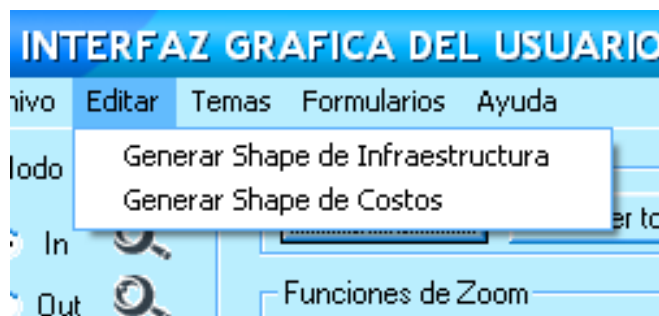


Figura 40. Menú editar

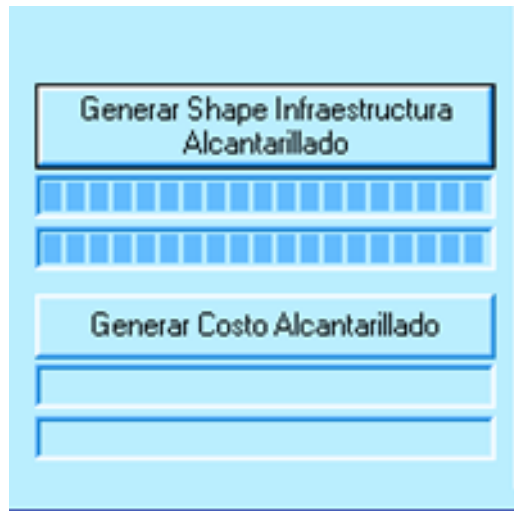


Figura 41. Botones de creación de shapes

Estos botones consultan la base de datos existente de pozos en la carpeta DATOS y crean el shape de puntos para el caso de los pozos y el shape de líneas en el caso de los tramos.

El primer botón crea los shapes de infraestructura copiando los atributos de las base de datos fuentes usando los campos de coordenadas X y Y como vértices. Estos shapes se graban en la carpeta SHAPES INFRAESTRUCTURAS.

El segundo botón consulta las carpetas DATOS y DB, la primera contiene los datos de infraestructura de pozos y tramos, y la segunda contiene los datos de características del suelo y los precios unitarios de los ítems de cantidades de obra. Con estos datos el programa calcula las cantidades de obra de las estructuras y las multiplica por su respectivo valor según los algoritmos descritos en el capítulo 2 para obtener así su valor y guardar estos datos en la carpeta de SHAPES DE COSTOS.



Figura 42. Carpetas de datos fuente

Cada uno de ellos posee dos barras de progreso que muestran el progreso del procedimiento para los shapes de pozos y de tramos. Cada uno tarda aproximadamente 1 minuto por 7000 estructuras.

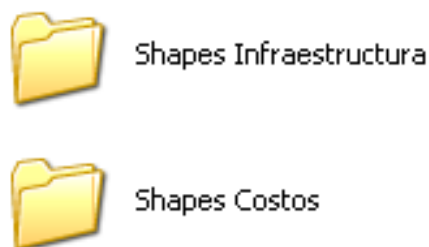


Figura 43. Carpeta de temas de infraestructura y costos

Cada vez que estos botones sean oprimidos el programa creara nuevamente los shapes en base a la información suministrada por las carpetas fuentes y sus bases de datos perdiendo así la información nueva ingresada.

Por lo mismo y para evitar esta perdida de información estos botones permanecen inactivos al cargarse la herramienta y una vez son usados.

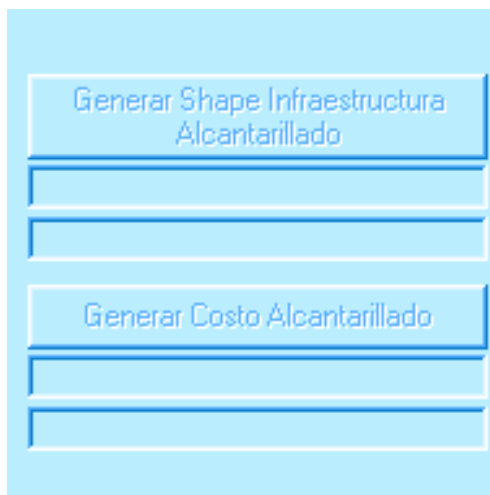


Figura 44. Botones de creación de shapes

Visor de lista de temas

En este visor se puede ver, seleccionar, activar y desactivar los temas abiertos, también se puede subir y bajar temas por medio de los botones a la izquierda.

El ultimo botón es muy útil si se tiene problemas ubicando los pozos, pues dibuja un agota de agua sobre estos.

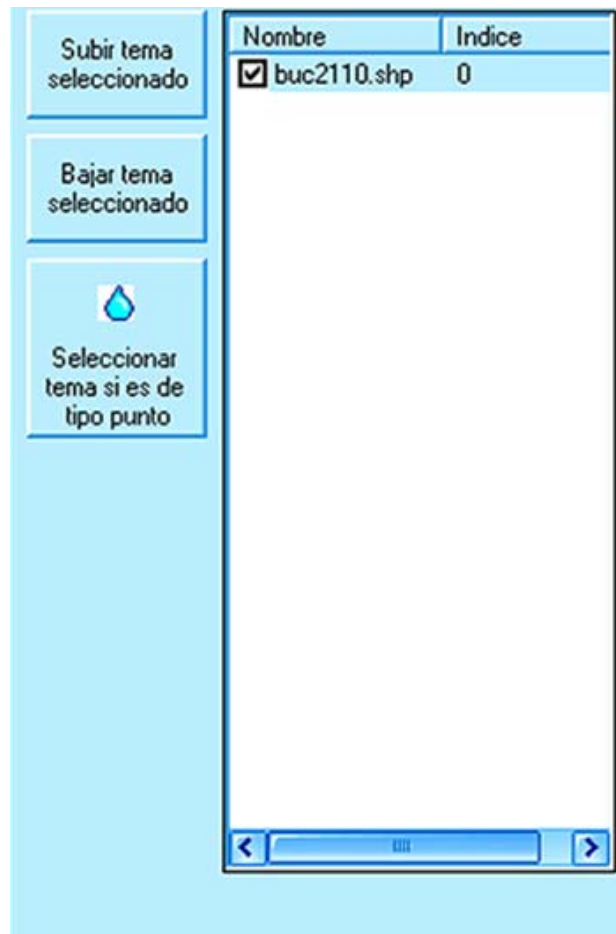


Figura 45. Visor de temas abiertos

Tipo de suelo

El tipo de suelo se supone homogeneizado, es decir que las características de este son iguales para todas las estructuras.

Estas características pueden ser consultadas y modificadas desde el formulario de SUELOS al cual se accede por medio del menú FORMULARIOS.

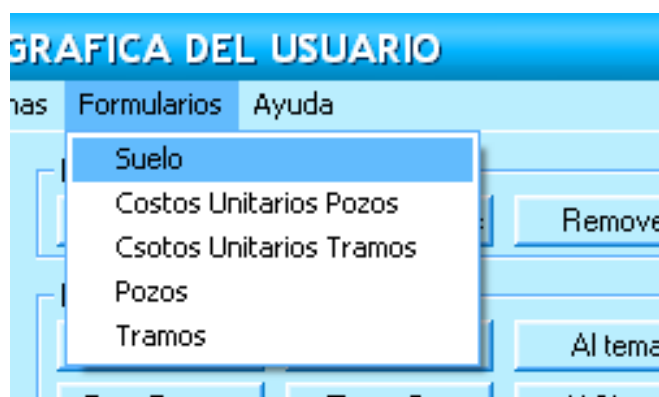


Figura 46. Menú de formularios

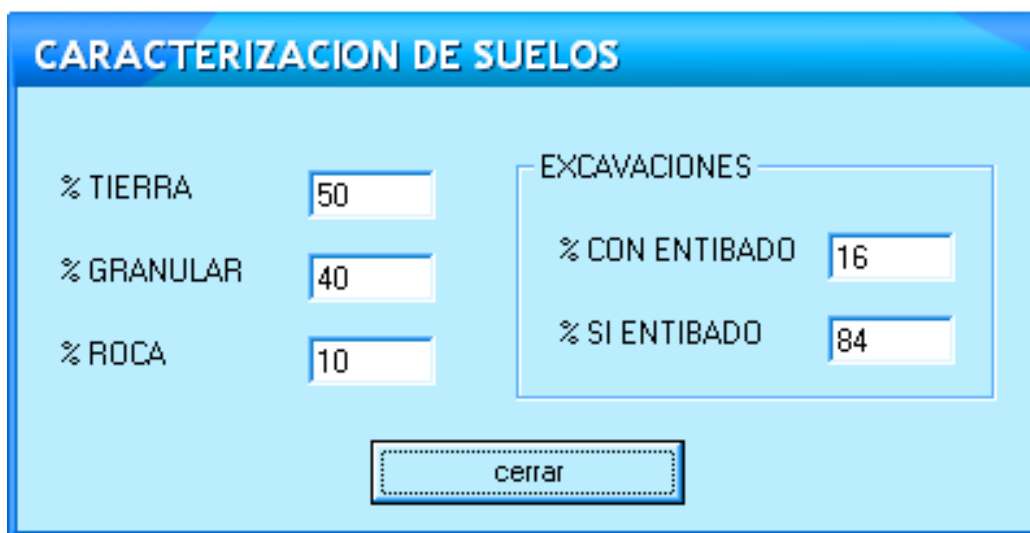
The image shows a form titled 'CARACTERIZACION DE SUELOS'. It contains several input fields for percentages. On the left, there are three rows: '% TIERRA' with a value of 50, '% GRANULAR' with a value of 40, and '% ROCA' with a value of 10. On the right, there is a section titled 'EXCAVACIONES' containing two rows: '% CON ENTIBADO' with a value of 16, and '% SI ENTIBADO' with a value of 84. At the bottom center, there is a button labeled 'cerrar'.

Figura 47. Formulario de caracterización de suelos

Este formulario actualiza automáticamente la base de datos que contiene sus datos al cerrarse. Además tiene algoritmos de control para corroborar que la suma de los porcentajes sea 100%.

Botón calculo de valor de la red

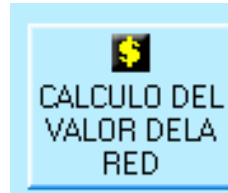


Figura 48. Botón calculo del valor de la red

Al oprimir el botón del cálculo de valor de la red se muestra el formulario del valor del alcantarillado el cual consulta las bases de datos de infraestructura y costos mostrando los valores de:

Numero de pozos, Valor promedio de la estructura, Valor total de las estructuras de pozo, Cantidad de tramos, Longitud total de colectores, Valor total de colectores y Valor total de la red

Una ventana de software con un título azul que dice "VALOR DEL ALCANTARILLADO". La ventana contiene dos secciones de datos. La primera sección, "POZOS", tiene tres filas: "NUMERO DE ESTRUCTURAS" con el valor 3643, "VALOR PROMEDIO POR ESTRUCTURA" con el valor 2215772.093044, y "VALOR TOTAL DE POZOS" con el valor 8072057734.960. La segunda sección, "TRAMOS DE COLECTORES", tiene tres filas: "CANTIDAD DE TRAMOS" con el valor 4092, "LONGITUD TOTAL DE COLECTORES" con el valor 222845.61, y "VALOR TOTAL DE COLECTORES" con el valor 66009637547.99. En la parte inferior de la ventana, se muestra el resultado final: "VALOR TOTAL DE LA RED = 74081695282.9501".

POZOS	
NUMERO DE ESTRUCTURAS	3643
VALOR PROMEDIO POR ESTRUCTURA	2215772.093044
VALOR TOTAL DE POZOS	8072057734.960

TRAMOS DE COLECTORES	
CANTIDAD DE TRAMOS	4092
LONGITUD TOTAL DE COLECTORES	222845.61
VALOR TOTAL DE COLECTORES	66009637547.99

VALOR TOTAL DE LA RED = 74081695282.9501

Figura 49. Formulario de valor del alcantarillado

Esta consulta se hace a las bases de datos de los shaples creados por el programa a través de los botones CREAR SHAPES y a través de los formularios de pozos y tramos en el modo de INSERTAR DATOS, lo que significa que cada vez que la información sea modificada o una estructura sea añadida el formulario mostrara el valor teniendo en cuenta las nuevas cifras.

4.3 MODULO DE DATOS DE POZOS

El formulario de pozos se activa cuando se esta consultando o insertando un pozo. En modo de insertar se siguen las instrucciones de los botones en las FUNCIONES DE RED hasta ver el formulario pozos, el cual captura las coordenadas X y Y dependiendo del lugar en que se inserte.

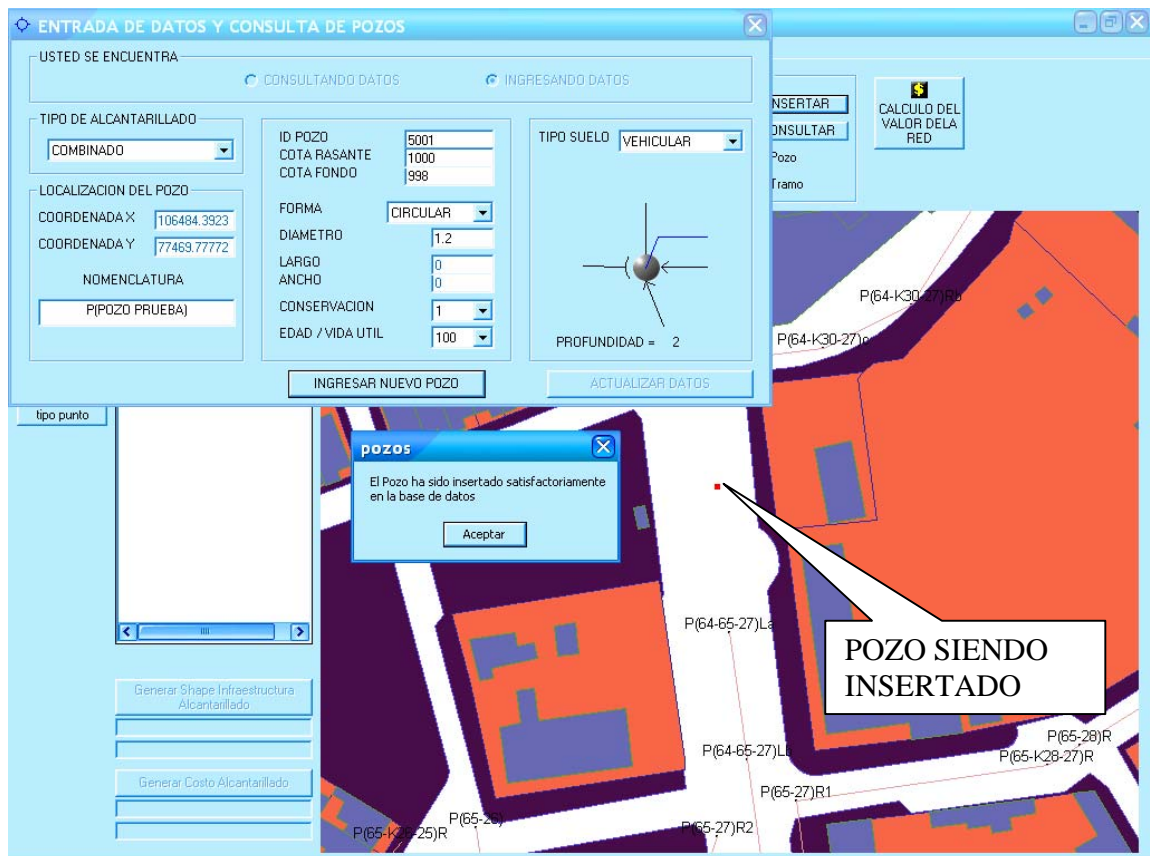


Figura 50. Insertando un pozo

Posteriormente se escribe en el campo ID POZO el código del pozo y se oprime ENTER. Con esto el programa consulta si existe pozo con este código.

Si existe el pozo el botón INSERTAR NUEVO POZO no se activara. Si no existe el pozo código el programa pregunta si quiere insertar un nuevo pozo y al oprimir SI se activa el botón INSERTAR NUEVO POZO.

El formulario debe llenarse completamente y advierte posibles errores en el ingreso de bateas y rasantes.

Una vez insertado el pozo este se guarda automáticamente en el shape y el programa actualiza el visor de temas para que lo muestre.

El botón de INSERTAR NUEVO POZO no solamente guarda en la base de datos la información ingresada en el formulario sino que utiliza esta información para calcular las cantidades de obra y el costo total de la estructura.

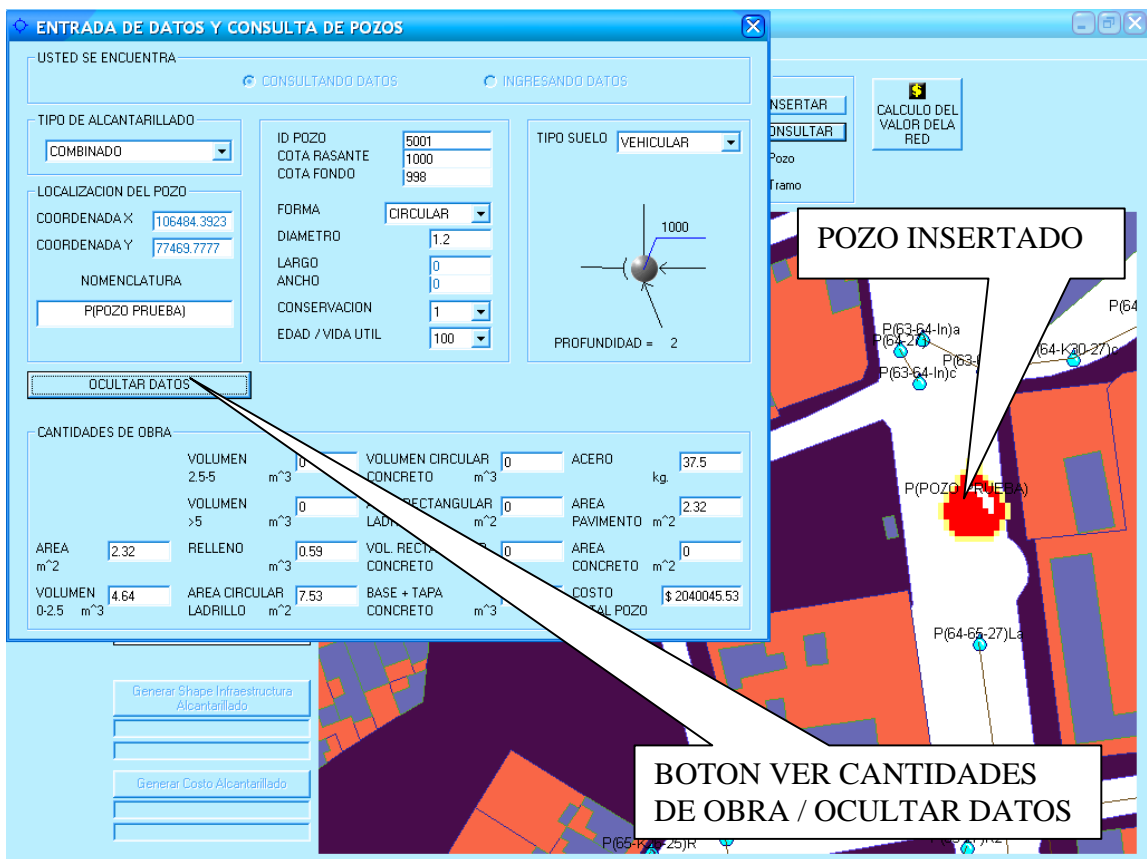


Figura 51. Consultando pozos

Como el pozo ya está en el shape y sus cantidades de obra ya fueron calculadas se puede consultar para ver su costo. Para esto de debe oprimir el botón VER

DATOS DE CANTIDADES DE OBRA que extiende el formulario de pozos mostrando las cantidades de obra del pozo y su costo total.

Al oprimir el botón VER DATOS DE CANTIDADES DE OBRA este cambia a OCULTAR DATOS para restablecer el tamaño normal del formulario y ocultar los datos de cantidades de obra.

4.4 MODULO DE DATOS DE TRAMOS

El formulario de tramos se activa al insertar o consultar un tramo de la forma que se explica en las FUNCIONES DE RED.

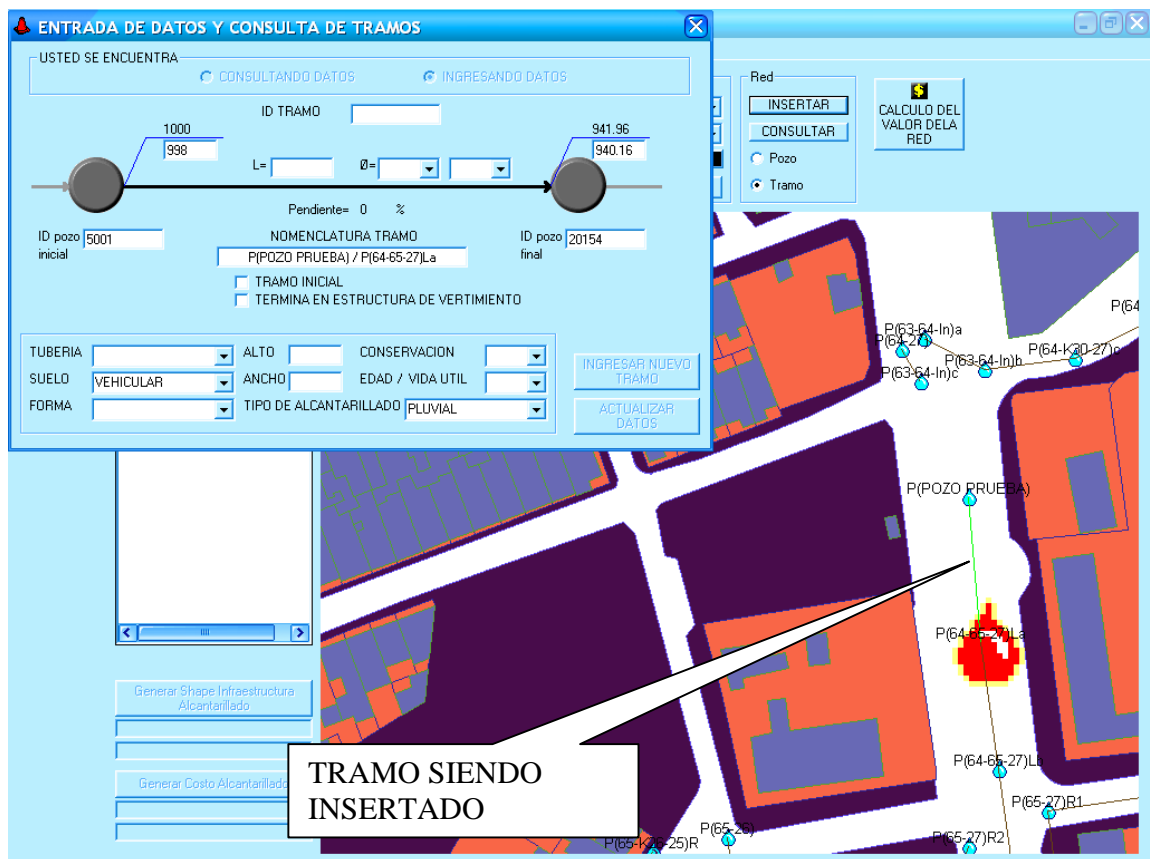


Figura 52. Insertando tramos

Cuando hacemos clic sobre el pozo inicial para insertar el tramo el formulario tramos captura la información de cotas y código del respectivo pozo. La cota batea que aparece en cada pozo del tramo es la cota de fondo, pero esta puede ser cambiada por el usuario en caso que sea diferente.

Cuando hacemos clic en el segundo pozo se dibuja una línea en la trayectoria del tramo y se captura la información del pozo final.

Procedemos a ingresar el código del tramo como con el pozo y oprimimos el botón ENTER para corroborar que el código este libre.

Una vez el tramo este insertado el programa nos avisa que el procedimiento se llevo a cabo exitosamente.

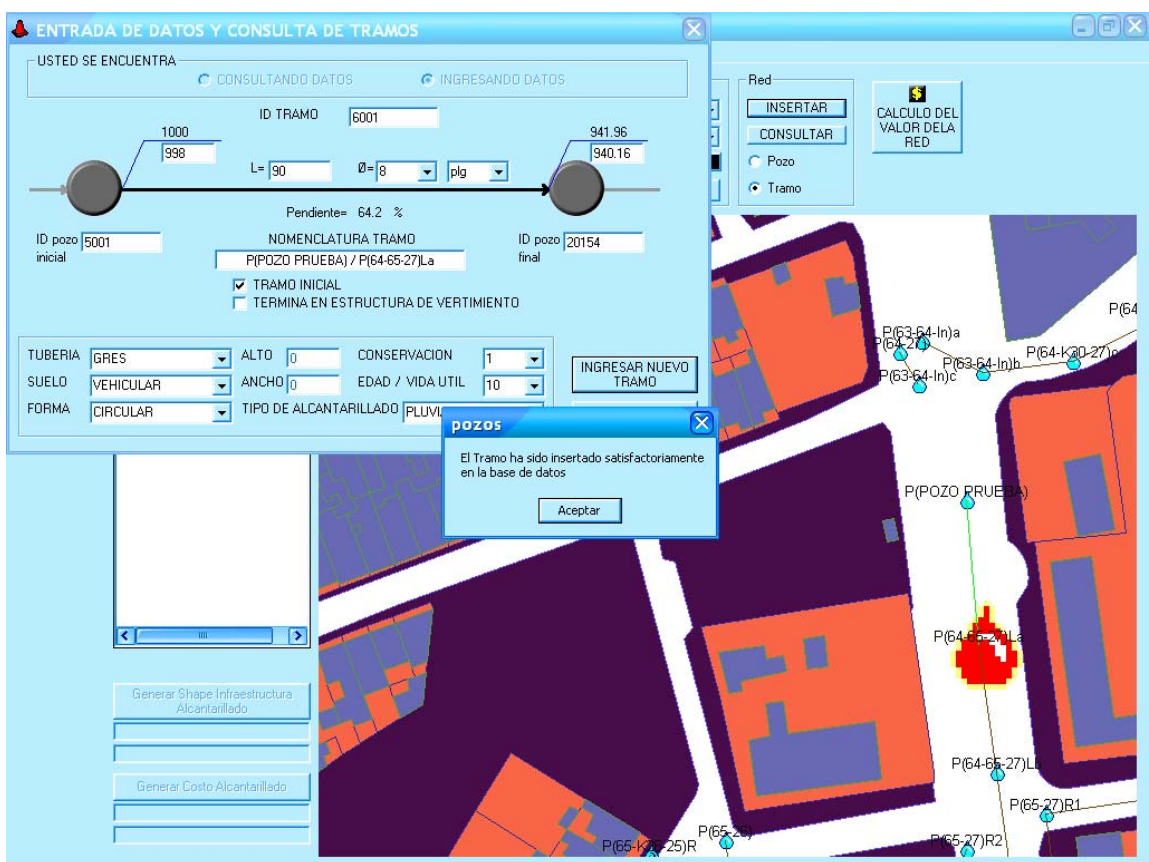


Figura 53. Tramo insertado

Al igual que el formulario de pozos el formulario de tramos posea algoritmos de verificación de datos para evitar errores como inversión de flujo o una batea más alta que la rasante etc.

Al igual que al ingresar la información de un pozo el botón INGRESAR NUEVO TRAMO además de guardar los datos de infraestructura ingresados al formulario

también calcula las cantidades de obra y el costo del tramo por medio de los algoritmos vistos en el capítulo 2.

Luego de ingresar la información del tramo es posible realizar la consulta de este de la forma descrita en las FUNCIONES DE RED.

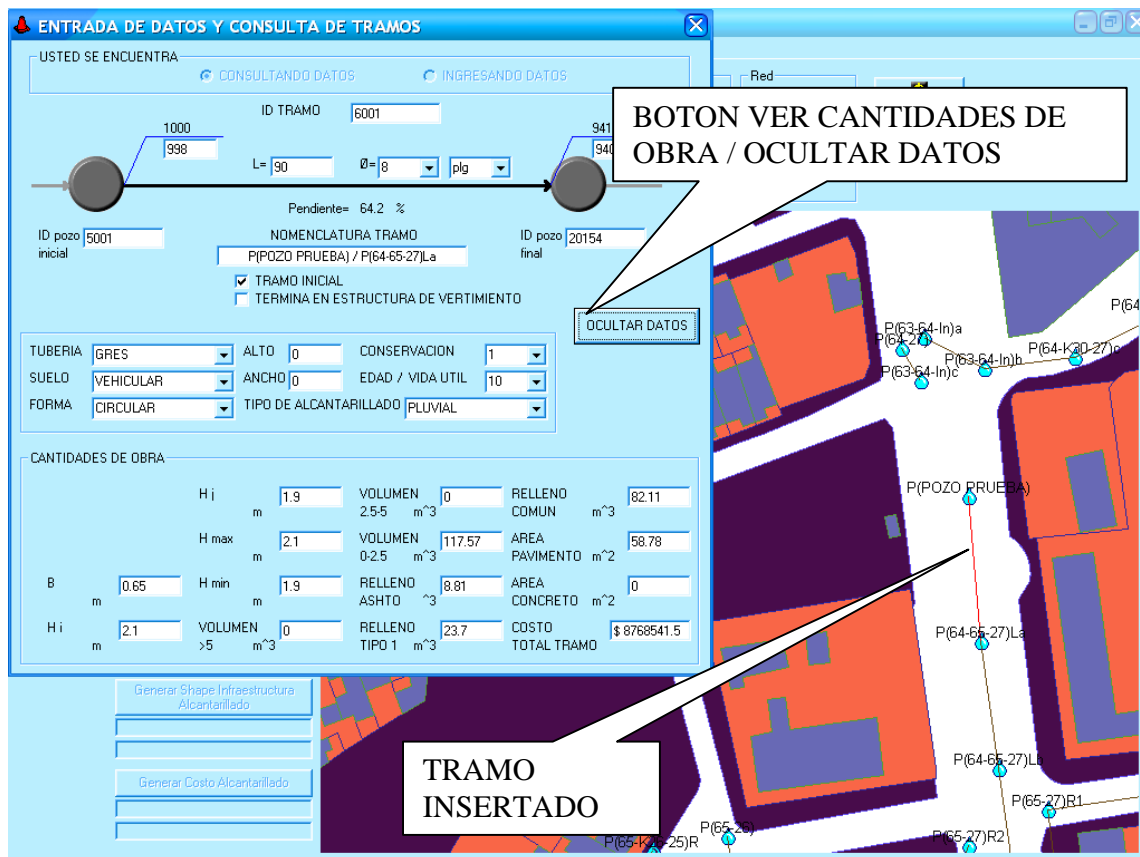


Figura 54. Consultando tramos

Este formulario también posee el botón VER CANTIDADES DE OBRA / OCULTAR DATOS el cual funciona de la misma manera que en el formulario de pozos.

4.5 MODULO DE DATOS DE PRECIOS UNITARIOS

Por supuesto que cada elemento constructivo debe tener su precio unitario para poder calcular el costo total de las estructuras.

Estos precios se encuentran guardados en bases de datos tipo dBASE no georeferenciadas. Las cuales pueden ser actualizadas y consultadas por medio de los formularios CANTIDADES DE OBRA POZOS y CANTIDADES DE OBRA TRAMOS.

Para acceder a estos formularios se debe ir al menú FORMULARIOS y hacer clic en cantidades de obra de pozos y cantidades de obra tramos.

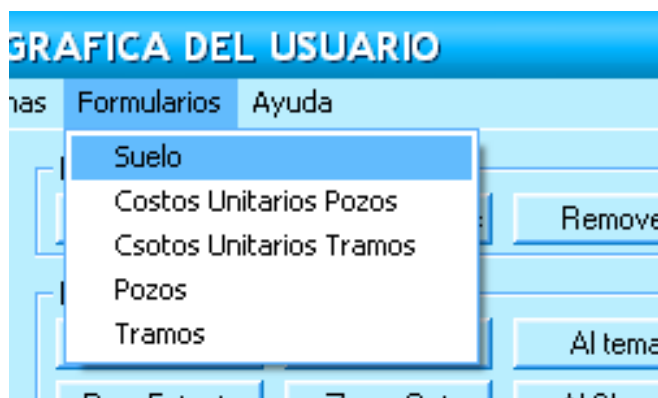


Figura 55. Menú de formularios

Estos dos formularios al abrirse cargan los datos de los valores unitarios de los ítems que se usaron para el calculo del avalúo de cada estructura.

Estos valores pueden ser modificados o actualizados por medio del botón ACTUALIZAR simplemente cambiando su valor en el respectivo campo y haciendo clic sobre este botón.

Una vez actualizados los valores en la base de datos los nuevos elementos insertados usaran estos valores para realizar el cálculo del avalúo.

En el caso de pozos se tuvo en cuenta los ítems de rotura de pavimento, excavaciones, rellenos, concretos, aceros de refuerzo mampostería y otros. En el caso de tramos se tuvo en cuenta rellenos, y las diferentes clases de tuberías usadas en la red, además de los ítems usados en los pozos.

INTERFAZ GRAFICA DEL USUARIO

Archivo Editar Temas Formularios Ayuda

Modo del Cur

In

Out

Pan

Subir tema seleccionado

Bajar tema seleccionado

Seleccionar tema si es de tipo punto

CANTIDADES DE OBRA DE POZOS

EXCAVACIONES			RELLENOS Y MATERIALES		
ITEM	UNIDAD	VALOR	ITEM	UNIDAD	VALOR
Rotura de pavimentos			Rellenos		
Asfáltico	m2	23698	Suministro, conformación y compactación de rellenos seleccionados	m3	39552.82
Concreto	m2	48200	Suministro, conformación y compactación de sub-base granular e=0.15 m, Especificación AASHTO T-180	m3	40723
Excavaciones			Concretos		
En tierra con entibados			Suministro y colocación de concreto de 3000 psi		
De 0.00 a 2.50 m de profundidad	m3	19484	Suministro y colocación de concreto pobre en solados	m3	218355
De 2.51 a 5.00 m de profundidad	m3	24320	Acero de refuerzo		
A más de 5.00 m de profundidad	m3	42125	Suministro y colocación de acero de refuerzo		
En tierra sin entibados			kg		
De 0.00 a 2.50 m de profundidad	m3	18879	4381		
De 2.51 a 5.00 m de profundidad	m3	23594	Mampostería		
A más de 5.00 m de profundidad	m3	40806	Mampostería de ladrillo para pozos de inspección		
En material granular con entibados			m2		
De 0.00 a 2.50 m de profundidad	m3	19484	106874		
De 2.51 a 5.00 m de profundidad	m3	24465	Mampostería de ladrillo para cajas de inspección o desvío		
A más de 5.00 m de profundidad	m3	42389	m2		
En material granular sin entibados			97858		
De 0.00 a 2.50 m de profundidad	m3	18879	Otros		
De 2.51 a 5.00 m de profundidad	m3	23594	Aros y contra-aros para tapas de pozos		
A más de 5.00 m de profundidad	m3	40806	un		
En roca a cualquier profundidad			182080		
m3			49041		

ACTUALIZAR VALORES

Figura 56. Formulario de precios unitarios de pozos

INTERFAZ GRAFICA DEL USUARIO

Archivo Editar Temas Formularios Ayuda

CANTIDADES DE OBRA TRAMOS

RELENOS | TUB. CONCRETO REF. | TUB. CONCRETO SIN REF. | TUB. GRES | TUB. PVC | TUB. ARMCO

ACTUALIZAR

ITEM	UNIDAD	VALOR
Suministro, conformación y compactación de rellenos seleccionados	m3	40723
Suministro, conformación y compactación de rellenos comunes	m3	25249
Suministro, conformación y compactación de relleno granular para cimentación de tubería	m3	52250
Selección y conformación de rellenos comunes en zanja	m3	14853
Relleno especificación AASHO T-180		
Suministro, conformación y compactación de rellenos comunes Especificación AASHO T-180	m3	16336
Suministro, conformación y compactación de relleno en arena para cimentación de tubería	m3	50648
Suministro, conformación de relleno fluido de densidad controlada para cimentación de tubería	m3	96600
Sub-base especificación AASHO T-180		
Suministro, conformación y compactación de sub-base granular e=0.15 m	m3	39552.82
Base especificación AASHO T-180		
Suministro, conformación y compactación de base granular e=0.10 m	m3	65123

Figura 57. Formulario de precios unitarios de tramos

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Nuestra profesión nos permite visualizar problemas y necesidades de diferente tipo al tiempo que nos permite plantear posibles soluciones.

Este proyecto busco darle solución a una necesidad por medio del uso de las herramientas aprendidas durante toda la carrera. Se busco el desarrollo de una herramienta no solo capaz de llevar a cabo el cálculo del avalúo del alcantarillado sino que cumplierse los requerimientos básicos de ingreso y consulta de datos necesarios para este.

Un sistema de información geográfica es más que software y hardware pero este proyecto pretendió crear y desarrollar algo más que un modelo para el manejo de información, se desarrollo algo nuevo independiente del software comercial que limita nuestro potencial creativo.

El proyecto alcanzo sus objetivos y el programa desarrollado cumple con los requerimientos básicos, específicos y particulares para el avalúo del alcantarillado de Bucaramanga, lo cual esta lejos de significar que esta completo.

El valor de un software radica en su idea primordial y original, mas su desarrollo siempre contara con posibles mejoras u optimizaciones. El asumir un reto como el de la programación fue muy gratificante al llegar la hora de ver los resultados pero aun más gratificante sería ver que proyectos como este continúen su desarrollo y mejoramiento para alcanzar su potencial de uso.

5.2 RECOMENDACIONES

Promover el desarrollo de software en la escuela para los diferentes campos de la ingeniería civil.

Ampliar el rango de uso del programa a más elementos como los sumideros y estructuras de entrega

Estructurar la selección de campos para la consulta en la base de datos del alcantarillado de cualquier municipio para la creación de los archivos shape

Incorporar formularios de consulta abierta para permitir el libre cálculo de consultas con la información de la base de datos.

Limitar por medio de claves el acceso y manejo de la información de acuerdo al perfil de usuario.

BIBLIOGRAFIA

JORGE H. GOMEZ GOMEZ, M.Sc., INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (Bucaramanga 1999)

JORGE H. GOMEZ GOMEZ, M.Sc. Manual de Arcview Curso básico sobre el manejo de mapas, bases de datos (Bucaramanga 1999)

GUIMET, JORDI, Introducción conceptual a sistemas de información geográfica (SIG), (Madrid, España. 01/07/1992)

CLARKE, KEITH C., *Getting Started with Geographic information Systems*, New Jersey, Prentice Hall. (2001)

VISSMAN HAMMER, Water Supply and Pollution Control, (2002)

Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. Ministerio de Desarrollo Económico (Colombia 2000)

SENA-CAMACOL, Normas Técnicas Para Diseño Y Presentación de Proyectos de Alcantarillado. Este libro servirá de manual de consulta para nomenclatura y normas técnicas necesarias a usar en las redes de alcantarillado (Bucaramanga 1998)

SILVA GARABITO, LUIS FELIPE. Diseño de Acueductos y Alcantarillados. (Bogota 1980)

Referencias en la Web

Environmental Protection Agency. U.S. [online] <http://www.epa.gov/>,

Sistemas de información geográfica. [online] <http://www.gabrielortiz.com>,

Normas legales en Colombia sobre avalúos. [online] www.indirco.com/page12.html

superintendencia de industria y comercio. [online] <http://www.sic.gov.co/>

Cosas para tener en cuenta en un avalúo [online] http://www.metrocuadrado.com/contenidom2/compyventa_m2/aval_m2/avalos/ARTICULO-WEB-PL_DET_NOT_REDI_M2-2000725.html

Leyes concernientes a avalúos.[online] <http://www.fedelonjas.org.co/html/juridico>

ANDREW HU1, A Highly Adaptive Rapid GIS Application Development Method. .
[online] Documento disponible en internet

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES UNIVERSIDAD DE
NAVARRA, Aprenda Visual Basic 6.0 [online] Documento disponible en internet